N° 21-601-MIF au catalogue — N° 087
ISSN : 1707-0376
ISBN : 978-0-662-07553-0

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural

Estimation de la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles en 2001

2001

par Martin S. Beaulieu, Division de l'agriculture, Statistique Canada et Caroline Fric et François Soulard, Division des comptes et de la statistique de l'environnement, Statistique Canada

Division de l'agriculture
Immeuble Jean Talon, 12e étage, Ottawa, K1A 0T6

Téléphone: 1-800-465-1991

Statistique Canada Statistics Canada

Canada

Statistique Canada
Division de l'agriculture

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural

Estimation de la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles en 2001

2001

Novembre 2007

N° 21-601-MIF au catalogue

ISSN 1707-0376

ISBN 978-0-662-07553-0

Périodicité : hors série

Ottawa

This publication is available in English upon request (catalogue no. 21-601-MIE).

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada.

© Ministre de l'Industrie, 2007

Tous droits réservés. Le contenu de la présente publication électronique peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans autre permission de Statistique Canada, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins d'étude privée, de recherche, de critique, de compte rendu ou en vue d'en préparer un résumé destiné aux journaux et/ou à des fins non commerciales. Statistique Canada doit être cité comme suit : Source (ou « Adapté de », s'il y a lieu) : Statistique Canada, année de publication, nom du produit, numéro au catalogue, volume et numéro, période de référence et page(s). Autrement, il est interdit de reproduire le contenu de la présente publication, ou de l'emmagasiner dans un système d'extraction, ou de le transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, reproduction électronique, mécanique, photographique, pour quelque fin que ce soit, sans l'autorisation écrite préalable des Services d'octroi de licences, Division des services à la clientèle, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population, les entreprises, les administrations canadiennes et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques précises et actuelles.

Normes de services à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle qui sont observées par les employés lorsqu'ils offrent des services à la clientèle. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.ca sous À propos de nous > Offrir des services aux Canadiens.

Signes conventionnels

Les signes conventionnels suivants sont employés dans les publications de Statistique Canada :

.	indisponible pour toute période de référence
..	indisponible pour une période de référence précise
...	n'ayant pas lieu de figurer
0	zéro absolu ou valeur arrondie à zéro
0s	valeur arrondie à 0 (zéro) là où il y a une distinction importante entre le zéro absolu et la valeur arrondie
p	préliminaire
r	révisé
x	confidentiel en vertu des dispositions de la *Loi sur la statistique*
A	excellent
B	très bon
C	bon
D	acceptable
E	à utiliser avec prudence
F	trop peu fiable pour être publié

Table des matières

1. Introduction: Estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles 5
1 Méthodologie définie pour estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles 6
1.1 Méthodes définies pour estimer la quantité d'eau utilisée pour la production de végétaux 6
1.1.1 Estimations de l'utilisation de l'eau à des fins d'irrigation 6
Modèle d'allocation de l'eau aux cultures irriguées 6
Déficit hydrique du sol (DHS) 8
Modèle pour la Colombie-Britannique 8
1.1.2 Méthodes d'estimation des autres utilisations de l'eau pour la production végétale 9
Utilisation de l'eau pour la pulvérisation de pesticides 9
Autres utilisations de l'eau par les fermes de culture 9
Utilisation d'eau dans les serres 9
1.2 Méthodes d'estimation des utilisations de l'eau pour la production animale 10
1.2.1 Eau d'abreuvement dans les exploitations d'élevage de bétail et de volaille 10
1.2.2 Utilisation d'eau de nettoyage par les exploitations de mise bas 11
1.2.3 Utilisation de l'eau pour le nettoyage par les exploitations d'élevage de volailles 11
1.2.4 Utilisation d'eau de nettoyage par les exploitations d'élevage de bovins laitiers 11

2 Estimation de l'utilisation de l'eau par le secteur agricole 12
2.1 Utilisation totale de l'eau pour l'irrigation 12
2.1.1 Cartographie de l'utilisation totale de l'eau pour fins d'irrigation 13
2.2 Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures 16
2.3 Utilisation de l'eau pour le bétail 18
2.3.1 Cartographie de l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux 22
2.4 Utilisation agricole totale de l'eau 25
2.4.1 Cartographie de l'utilisation agricole totale de l'eau 28
II. Conclusion: Estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles en 2001 31

Liste des figures

Figure 1: Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures, Canada et provinces, 2001 17
Figure 2: Répartition de l'utilisation totale de l'eau pour la production végétale, Canada et provinces, 2001 18
Figure 3: Utilisation totale de l'eau pour le bétail, Canada et provinces, 2001 20
Figure 4: Répartition de l'utilisation totale de l'eau à des fins d'élevage bovins, Canada et provinces, 2001 21
Figure 5: Utilisation agricole totale de l'eau, Canada et provinces, 2001 26
Figure 6: Répartition de l'utilisation agricole totale de l'eau, Canada et provinces, 2001 27

Liste des tableaux

Tableau 1: Utilisation totale de l'eau pour l'irrigation, Canada et provinces, 2001 12
Tableau 2: Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures, Canada et provinces, 2001 16
Tableau 3: Utilisation totale de l'eau pour le bétail, Canada et provinces, 2001 19
Tableau 4: Utilisation agricole totale de l'eau, Canada et provinces, 2001 25
Tableau A.1: Coefficients de besoin d'irrigation des cultures 34
Tableau B.1: Rapports des cotes exprimant la probabilité relative d'irrigation, Canada et provinces, 2001 36
Tableau C.1: Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de certaines cultures 37
Tableau C.2: Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de cultures de fruits 39
Tableau C.3: Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de cultures dans les serres et pépinières 40
Tableau D.1: Coefficients d'utilisation de l'eau pour l'élevage 41

Liste des cartes

Carte 1: Utilisation de l'eau pour l'irrigation, Ouest du Canada, 2001 14
Carte 2: Utilisation de l'eau pour l'irrigation, Est du Canada, 2001 15
Carte 3: Utilisation de l'eau pour l'abreuvement du bétail, Ouest du Canada, 2001 23
Carte 4: Utilisation de l'eau pour l'abreuvement du bétail, Est du Canada, 2001 24
Carte 5: Utilisation agricole totale de l'eau, Ouest du Canada, 2001 29
Carte 6: Utilisation agricole totale de l'eau, Est du Canada, 2001 30

I. Introduction : Estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles

L'eau est utilisée dans plusieurs activités de production agricole. En ce qui concerne la production de cultures, l'eau est utilisée pour irriguer les cultures à des moments précis de la saison de croissance pour suppléer à l'insuffisance des précipitations ou simplement pour les remplacer dans un milieu fermé comme une serre. Elle est également utilisée pour pulvériser des herbicides, insecticides, fongicides et autres produits liquides destinés à protéger les cultures et pour laver le matériel de pulvérisation. L'eau peut aussi être pulvérisée sur certaines cultures pour les protéger du gel. Elle peut également être utilisée pour la récolte d'une culture (e.g. inondation d'un champ de canneberges) ou pour le nettoyage de l'équipement et des installations, le lavage des fruits et des légumes et leur transformation à la ferme (mise en conserve). En ce qui concerne les productions animales, l'eau est utilisée principalement pour abreuver les animaux. Elle sert également au nettoyage des sols des bâtiments d'élevage et au lavage et à l'assainissement du matériel, tel que les lactoducs, les salles de traite, les seaux et les réservoirs. En fait, le secteur agricole comptait pour 9 % de toute l'eau utilisée en 1996 au Canada, et 74% de cette portion était entièrement consommée (Statistique Canada, 2003).

Cependant, les façons de calculer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles varient d'une province à l'autre. Alors que certains estimés sont dérivés à partir de mesures des débits réels, d'autres sont dérivés d'enquêtes; ou encore, certains sont le fruit d'une évaluation personnelle sommaire. Le fait est qu'il n'y a pas de dénominateur commun aux différentes façons de quantifier l'eau utilisée à des fins agricoles au Canada. Ce manuscrit expose les efforts et les résultats de Statistique Canada en vue de produire des données comparables concernant cette utilisation de l'eau à des fins agricoles tant à l'échelle nationale, provinciale qu'à l'échelle des sous-sous-aires de drainage pour l'année 2001.

Dans un premier temps, ce manuscrit décrit les méthodes utilisées afin de produire ces nouveaux estimés. Ceci est suivit par la présentation des résultats, ce qui inclut la cartographie de l'utilisation agricole de l'eau par sous-sous-aire de drainage. Ainsi, nous exposons comment nous avons évalué à 4 786 590 milliers de mètres cubes (m^3) la quantité d'eau utilisé à des fins agricoles au Canada en 2001.

1 Méthodologie définie pour estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles

En 2003, Statistique Canada a estimé la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles, et ce, pour l'année 1996 (Statistique Canada, 2003). Ces estimations ont été développées premièrement à partir de données administratives (e.g. des données d'irrigation par districts); deuxièmement, à partir d'un modèle de déficit hydrique des sols (là où les mesures directes n'existaient pas); et, enfin, à l'aide de coefficients abordant les différents types d'élevage.

Ces approches ont été de nouveaux appliquées pour évaluer la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles pour l'année de référence 2001. De plus, un autre modèle a cette fois été développé. «Le modèle d'allocation de l'eau aux cultures irriguées» a été développé afin d'évaluer les probabilités qu'une culture soit irriguée.

1.1 Méthodes définies pour estimer la quantité d'eau utilisée pour la production de végétaux

Plusieurs différents modèles et approches ont été utilisés pour estimer la quantité d'eau utilisée pour la production de cultures. Ces modèles et approches ont trait à l'irrigation d'une part, et, d'autre part, à la catégorie « autres types » d'utilisation d'eau destinée aux cultures. L'utilisation totale de l'eau pour la production de cultures comprend l'eau utilisée pour les activités suivantes : irrigation, pulvérisation d'herbicides, d'insecticides et de fongicides; protection contre le gel, lavage d'assainissement et récolte; transformation à la ferme; autres utilisations diverses.

1.1.1 Estimations de l'utilisation de l'eau à des fins d'irrigation

Cette partie présente les méthodes utilisées pour estimer la quantité d'eau utilisée à des fins d'irrigation.

Modèle d'allocation de l'eau aux cultures irriguées

Le modèle d'allocation de l'eau aux cultures irriguées (MAECI) est défini afin de mesurer quelles cultures sont effectivement irriguées[1]. Le modèle s'appuie sur des données disponibles au niveau de l'exploitation agricole. Les données, provenant du Recensement de l'agriculture, concernent seulement les superficies en culture et les superficies irriguées.

À la première étape, des modèles de régression logistique sont utilisés pour déterminer quelles cultures sont les plus susceptibles d'être irriguées. Nous avons élaboré dix modèles, un pour chaque province. La méthode consiste fondamentalement à modéliser la probabilité de prendre la décision d'irriguer (variable dépendante) en fonction de la présence ou de l'absence de diverses cultures (variables explicatives).[2]

Le modèle de régression logistique est conçu en vue d'estimer les paramètres d'une analyse par régression multiple dans laquelle la variable dépendante est catégorique (la variable dépendante prend la valeur de 1 quand un agriculteur déclare des terres irriguées et 0 autrement). Le modèle exprime le logarithme conditionnel des cotes (*conditional log odds*) représentant la possibilité que des terres irriguées soient déclarées sous forme d'une fonction linéaire d'un ensemble de variables explicatives (ici, une variable muette particulière pour chaque culture prenant la valeur de 1 lorsqu'une superficie en culture est déclarée et 0 autrement).

1. Le Recensement de l'agriculture demande aux agriculteurs d'inscrire quelle superficie de terre ils ont irrigués durant l'année précédant le recensement. Malheureusement, le recensement agricole ne leur demande pas de préciser quels types de culture ils irriguent.
2. D'autres variables, comme les précipitations, le déficit hydrique, les permis pour irriguer, etc., auraient pu être incluses dans les modèles. Toutefois, étant donné la disponibilité de données externes, il a été décidé d'élaborer un modèle simple qui pourra être amélioré dans la suite.

Le modèle est exprimé comme suit :

$$\log\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i$$

où P_i est la probabilité conditionnelle qu'une ferme i recourt à l'irrigation (P(Y_i)=1) sachant les variables explicatives incluses dans le modèle; $1-P_i$ est la probabilité conditionnelle qu'une ferme ne recoure pas à l'irrigation; $\left(P_i/1-P_i\right)$ est la cote ou la probabilité relative de tomber dans l'une des deux catégories d'intérêt; α (ordonnée à l'origine) et β_k (cote prévue) sont les paramètres de régression logistique qu'il convient d'estimer; X_{ik} est la k^e variable explicative associée à la i^e ferme dans le modèle; et ε_i est l'erreur aléatoire associée à la i^e ferme. Les rapports des cotes sont obtenus par exponentiation des paramètres de régression logistique. β est estimé en résolvant les équations du score pondéré. La variance est estimée par linéarisation de Taylor implicite.

À la deuxième étape, nous appliquons des coefficients de besoin en eau par type de culture[3] aux cultures particulières qui ont été relevées à la première étape. Par exemple, si le modèle spécifié pour l'Ontario indiquait que la cote exprimant la possibilité que des cultures soient irriguées était significativement plus élevée pour les cultivateurs déclarant produire des pommes et des pêches que pour les autres, nous avons estimé l'utilisation de l'eau pour l'irrigation pour tous les agriculteurs ontariens ayant déclaré une superficie irriguée et la culture de pommes ou de pêches, en nous fondant sur les besoins en eau pour la production de pommes et de pêches. Comme l'illustre l'annexe A, les coefficients de besoin en eau par type de culture varient considérablement selon la source et la province. Ces coefficients devront être révisés et adaptés aux conditions locales afin d'améliorer la qualité des estimations de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation. Les rapports de cotes selon la culture et la province sont présentés à l'annexe B.

La dernière étape consiste à tenir compte du niveau d'adoption des diverses technologies d'irrigation utilisées dans chaque province. Nous avons corrigé les estimations de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation d'après l'efficacité des divers systèmes d'irrigation en nous basant sur le pourcentage provincial moyen de superficie de terres irriguées par chaque système. Par exemple, 39 % de la superficie irriguée au Québec l'était au moyen de canons, dont l'efficacité moyenne est de 65 %[4] (35 % de l'eau est perdue par évaporation, ruissellement, etc.), de sorte que nous avons divisé 39 % de l'utilisation d'eau pour l'irrigation par 65 %.

L'un des inconvénients de cette approche (comme cela est le cas de toute approche fondée sur des coefficients de besoin en eau) est que les coefficients de besoin en eau des cultures reflètent des conditions environnementales moyennes. Ils ne sont pas ajustés pour tenir compte des conditions environnementales régionales (répartition des précipitations et du déficit hydrique au cours des saisons de croissance, température, type de sol, vitesse du vent, évaporation, couverture végétale, etc.), ou des conditions économiques et de la réglementation (permis de prélèvement d'eau, mesures de conservation, rendement économique prévu, carburant pour l'alimentation des systèmes d'irrigation, etc.). De surcroît, le taux d'adoption de divers systèmes d'irrigation variera vraisemblablement au cours du temps et au sein d'une province. L'utilisation de pourcentages moyens d'adoption des systèmes d'irrigation pourrait donc introduire un biais dans la répartition géographique de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation dans une province. Néanmoins, l'utilisation du modèle dans le cas de la province qui jauge les quantités d'eau utilisées pour irriguer (l'Alberta) a démontré l'utilité et la précision du modèle.

3. Les coefficients utilisés proviennent principalement de Ivey (1998), mais aussi de diverses autres sources. Les coefficients de Ivey sont les sources les plus complètes en ce moment. Ils ont été remplacés par d'autres coefficients plus récents lorsque ceux-ci étaient disponibles.
4. L'efficacité moyenne utilisée pour les différents systèmes d'irrigation est de 65 % pour les canons, 75 % pour les gicleurs, 90 % pour le goutte-à-goutte, 50 % pour l'inondation et 90 % pour les autres systèmes.

Déficit hydrique du sol (DHS)

Le déficit hydrique du sol (DHS) représente la quantité d'eau requise pour ramener l'humidité du sol au niveau nécessaire pour produire une culture. Ce chiffre est calculé en soustrayant la quantité de précipitations effectives (la partie des précipitations qui atteint effectivement la surface) de la quantité d'évapotranspiration potentielle (quantité d'eau estimée qui s'évapore du sol et qui transpire des plantes). Comme l'évapotranspiration épuise continuellement l'humidité du sol jusqu'à son assèchement, les agriculteurs irriguent les terres afin d'humidifier les sols lorsque les précipitations sont insuffisantes. Donc, le DHS peut être utilisé pour estimer l'irrigation, puisque celle-ci n'est utilisée que si elle est nécessaire. Nous avons calculé le volume d'eau d'irrigation selon cette approche, en multipliant la superficie irriguée (d'après le Recensement de l'agriculture de 2001) par la profondeur du déficit hydrique du sol.

$$\textit{Déficit hydrique (profondeur, en mètres)} = \frac{\textit{Volume d'eau (mètres cubes)}}{\textit{Superficie des terres irriguées (mètres carrés)}}$$

Une limite de cette méthode vient du fait qu'elle est fondée sur l'hypothèse selon laquelle tous les cultivateurs ne recourent à l'irrigation que si elle est nécessaire. Toutefois, d'autres facteurs peuvent influencer leur décision, comme le rendement économique attendu ou la disponibilité immédiate de matériel d'irrigation et d'eau pour l'irrigation. De surcroît, le DHS surestime la quantité d'eau utilisée pour irriguer car l'évapotranspiration potentielle est habituellement supérieure à l'utilisation réelle d'eau pour les cultures. En général, on estime l'évapotranspiration pour une culture de référence, comme une parcelle d'herbe. Des ajustements devraient être apportés pour tenir compte du fait que les cultures irriguées ont habituellement des besoins en eau plus faibles que la culture de référence, qu'il s'agit généralement de cultures dont la saison de croissance est plus courte et qu'elles sont irriguées au moyen de systèmes d'application d'eau sans consommation (mais néanmoins bénéfique).

Modèle pour la Colombie-Britannique

Cette méthode a été élaborée afin de produire une estimation de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation tirant parti de données spatiales disponibles pour la Colombie-Britannique. L'exécution du modèle SIGUEI (Système d'information géographique pour l'utilisation d'eau pour l'irrigation) comporte plusieurs étapes. En premier lieu, nous avons extrait du site Web « farmwest.com » les valeurs du déficit hydrique pour les 38 stations météorologiques ayant déclaré des données durant la saison de croissance s'étendant du 1er mai au 30 septembre 2001. Puis, nous avons saisi ces valeurs dans une couverture géographique et nous avons construit des polygones de Thiessen pour extrapoler les valeurs du déficit hydrique dans toute la province. Pour tenir compte de l'inefficacité des méthodes d'irrigation, nous avons numérisé des régions d'irrigation provinciales (huit en tout pour la province) et entré le coefficient d'efficacité de chaque région comme attribut des polygones[5]. Les données de recensement sur les superficies irriguées étant disponibles au niveau du secteur de recensement (SR)[6], nous avons superposé cette couverture géographique aux polygones de déficit hydrique de Thiessen et aux polygones d'efficacité régionale d'irrigation. Enfin, nous avons exporté le tableau d'attributs résultant afin de poursuivre l'analyse.

Tout SR tombant dans plus d'un polygone dans n'importe laquelle des couvertures superposées aurait produit des enregistrements multiples dans le tableau. Pour contourner ce problème, nous avons divisé la superficie irriguée dans un SR de façon égale entre les enregistrements obtenus pour ce SR. Ainsi, si un SR chevauchait quatre polygones de déficit hydrique/d'efficacité différents, la superficie irriguée déclarée au recensement pour ce SR a été divisée en quatre parties égales et répartie entre les quatre polygones. Cette superficie irriguée (en mètres carrés) a ensuite été multipliée par le déficit hydrique (en mètres) et par l'efficacité (sans dimension) provenant des polygones superposés afin d'estimer le volume d'eau utilisé pour l'irrigation (mètres cubes).

Les valeurs moyennes d'efficacité pour les huit régions variaient de 50 % à 69 %. Les efficacités réelles des systèmes dans les diverses régions variaient de 10 % pour les techniques d'irrigation par rigoles de niveau/submersion non contrôlée à 92 % pour les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte.

5. Les limites des régions et les coefficients d'efficacité ont été tirés d'un manuscrit non publiée du gouvernement de la Colombie-Britannique.
6. Le secteur de recensement est la plus petite région géographique type pour laquelle sont recueillies des données de recensement. La superficie du Canada est entièrement divisée en secteurs de recensement.

L'une des limites des estimations produites par le modèle SIGUE est qu'elles reposent sur l'hypothèse selon laquelle la répartition des systèmes d'irrigation n'a pas changé de 1995 à 2001.

1.1.2 Méthodes d'estimation des autres utilisations de l'eau pour la production végétale

La production de cultures exige par ailleurs une certaine quantité d'eau servant d'autres fins, comme pour pulvériser des pesticides liquides, laver de l'équipement de pulvérisation, irriguer des cultures produites dans les serres, protéger des cultures contre le gel, récolter des cultures, etc. Il est difficile de déterminer la quantité d'eau utilisée pour chaque activité. Même si le volume d'eau était mesuré, il serait difficile de distinguer entre la quantité utilisée pour l'assainissement et celle utilisée pour la pulvérisation. Nous avons estimé la quantité d'eau utilisée pour les activités qui suivent d'après un ensemble de coefficients présenté à l'annexe C. Nous aurions pu utiliser des coefficients plus précis et plus à jour s'ils avaient été disponibles, mais puisque la quantité d'eau utilisée pour ces activités n'est pas aussi importante que celle utilisée pour l'irrigation des cultures, nous avons estimé que ceux dont nous disposions suffisaient pour la présente étude.

Utilisation de l'eau pour la pulvérisation de pesticides

Pour estimer la quantité d'eau utilisée pour pulvériser des pesticides (i.e. herbicides, insecticides et fongicides), nous avons utilisé des coefficients de pulvérisation des cultures que nous avons appliqués à chaque culture quand un agriculteur avait déclaré des dépenses en produits chimiques. L'estimation a été produite pour tous les cultivateurs et ce, peu importe s'ils avaient ou non irrigué leurs cultures. Les coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation sont présentés à l'annexe C. La précision de ces estimations pourrait éventuellement être améliorée en utilisant les données sur les ventes des fournisseurs de pesticides, les produits utilisés le plus couramment et le taux recommandé d'épandage. La prise en compte de ces données dépassait toutefois le cadre de la présente étude.

Autres utilisations de l'eau par les fermes de culture

Les autres types d'utilisations de l'eau par les fermes de culture comprennent l'eau utilisée pour le lavage du matériel de pulvérisation, la protection contre le gel, le lavage d'assainissement, la récolte et le transport, la transformation à la ferme, etc. Nous avons appliqué différents coefficients d'utilisation de l'eau selon les cultures particulières des cultivateurs, qu'ils aient déclaré ou non qu'ils irriguent leurs cultures. Pour le lavage de l'équipement de pulvérisation, les coefficients n'ont été utilisés que pour les agriculteurs ayant déclaré des dépenses en produits chimiques. Les coefficients d'autre utilisation de l'eau pour la production de cultures sont présentés à l'annexe C.

Utilisation d'eau dans les serres

En ce qui concerne la méthode utilisée pour évaluer la quantité d'eau nécessaire pour les cultures en serres, nous avons utilisé les données sur la superficie des cultures en serre provenant du Recensement de l'agriculture de 2001 ainsi que des coefficients d'utilisation de l'eau dans les serres (annexe C). Des données sont recueillies lors du recensement sur la superficie des serres consacrée à la production de légumes de serre, de fleurs et d'autres produits (comme les boutures et les jeunes plants).

D'une part, les coefficients d'utilisation de l'eau à des fins d'irrigation dans les serres sont basés sur le niveau d'eau (m/m^2/année) appliqué et la moyenne annuelle d'application requise pour l'arrosage. D'autre part, les coefficients d'utilisation de l'eau à des fins d'utilisation de pesticides et du nettoyage d'équipements sont basés sur le volume d'eau moyen d'application requise par année (l/m^2/année). Ils étaient disponibles pour les fleurs en pot et autres fleurs, quelques variétés de légumes et pour une catégorie « autres produits de serre ». Nous avons calculé la moyenne des coefficients pour les diverses variétés de légumes et l'avons utilisée pour la superficie des serres consacrée à la culture des légumes. Les données concernant la superficie requise pour la culture de fleurs en pot comparativement aux fleurs non cultivées en pot n'étant pas disponibles, nous avons divisé par deux la superficie totale des serres consacrée aux fleurs et avons appliqué les coefficients pour les fleurs en pot et non en pot à des superficies égales. Les autres catégories de produits ne sont pas incluses dans les estimés.

1.2 Méthodes d'estimation des utilisations de l'eau pour la production animale

Comme l'utilisation de l'eau pour la production de cultures, la mesure de la quantité d'eau utilisée pour la production animale est une tâche assez complexe. Même si le volume d'eau utilisé était mesuré, il serait difficile de déterminer la part ayant trait aux activités de production animale particulières parmi toutes les autres activités agricoles qui ont lieu dans une ferme. Par conséquent, il est nécessaire d'estimer la quantité d'eau utilisée pour la production animale d'après les besoins biologiques en eau des animaux et les fréquences d'utilisation et les quantités requises pour certaines autres activités.

Aux fins de la présente étude, nous avons estimé l'utilisation d'eau pour la production animale en appliquant des coefficients d'utilisation de l'eau aux stocks de chaque type d'animaux établis d'après le Recensement de l'agriculture de 2001. Nous avons utilisé plusieurs sources pour comparer les coefficients choisis présentés à l'annexe D.

Cette approche comporte plusieurs limites. Les agriculteurs canadiens ont déclaré leurs stocks d'animaux d'élevage à une date précise (le 15 mai 2001) sur le questionnaire du recensement de l'agriculture de 2001. Or, les stocks de bétail et de volailles à un point dans le temps ne représentent pas le nombre d'animaux présents dans les fermes durant l'année entière. Selon l'espèce et le stade de croissance, ces stocks varient probablement au cours de l'année. Aux fins de l'analyse, nous avons supposé qu'en l'absence de meilleurs renseignements ou d'une méthode appropriée pour répartir les stocks sur une année, les stocks au recensement représentaient la taille moyenne du stock total d'animaux pour l'année complète.

Une autre limite tient au fait qu'aucun ajustement n'a été apporté aux coefficients d'utilisation de l'eau pour la production animale en vue de tenir compte des différences de conditions climatiques et d'utilisation d'eau pour l'abreuvement et le lavage de l'équipement selon la région et au cours du temps. Nous avons supposé que les coefficients d'abreuvement étaient représentatifs des conditions climatiques moyennes et que toutes les fermes utilisaient des installations d'abreuvement ou de nettoyage d'efficacité comparable.

Nous pourrions accroître la précision scientifique des coefficients en les corrigeant pour tenir compte des variations climatiques au cours de l'année. Ainsi, la quantité d'eau consommée par les animaux pourrait augmenter d'une proportion allant jusqu'à 30 % durant les mois très chauds de l'année. Cependant, pour améliorer les estimations, il faudrait en savoir davantage sur les proportions d'animaux confinés dans des étables climatisées et d'animaux élevés principalement à l'extérieur.

Le genre d'équipement utilisé peut aussi influencer l'utilisation de l'eau. L'efficacité des installations d'abreuvement et le volume des déversements accidentels peut varier considérablement, particulièrement dans les élevages porcins, selon le genre d'équipement utilisé. Diverses méthodes de nettoyage des étables peuvent aussi avoir une incidence sur l'utilisation de l'eau. La composante de mise bas des fermes porcines devrait être ajustée si diverses méthodes de nettoyage étaient prises en considération. Certaines fermes pourraient utiliser de la paille comme litière et l'éliminer lorsque la truie cesse d'allaiter, au lieu de procéder à un lavage à l'eau avec un nettoyeur à haute pression. Peu de renseignements existent sur l'adoption des divers types d'équipement utilisés au Canada, de sorte qu'il est difficile de produire des estimations d'une plus grande précision de façon statistiquement fiable.

Les modifications génétiques subies par le bétail peuvent aussi faire varier les coefficients d'utilisation de l'eau au cours du temps. Ainsi, la taille des troupeaux de bovins laitiers a diminué, mais la production de lait a continué d'augmenter. La réduction de la population de bovins laitiers n'a toutefois pas nécessairement fait varier uniformément la consommation d'eau, étant donné que l'utilisation de l'eau augmente lorsque les bovins laitiers produisent plus de lait.

1.2.1 Eau d'abreuvement dans les exploitations d'élevage de bétail et de volaille

Pour estimer la quantité d'eau utilisée afin d'abreuver le bétail, nous avons multiplié le nombre d'animaux déclaré lors du Recensement de l'agriculture de 2001 par les coefficients d'utilisation de l'eau par type d'animaux (annexe D). Il existait, dans certains cas, des coefficients provinciaux, mais puisque les valeurs fournies par les diverses sources étaient assez uniformes, nous n'avons pas fait de distinctions entre les provinces.

1.2.2 Utilisation d'eau de nettoyage par les exploitations de mise bas

En plus de l'abreuvement des porcins, nous avons utilisé des coefficients d'utilisation de l'eau pour évaluer, d'une part, la quantité d'eau perdue par déversement accidentel et, d'autre part, pour le nettoyage des exploitations de mise bas. Une proportion importante d'eau potable, pouvant atteindre 50 %, est perdue par déversement accidentel. Nous avons appliqué un coefficient de déversement de 0,2 L par animal par jour au nombre de porcins de moins de 20 kg. Aux stocks de porcins appartenant aux autres catégories de poids, nous avons appliqué un coefficient de déversement de 3,5 L par animal par jour.

L'eau est également utilisée pour nettoyer les installations de mise bas pour les truies. En nous fondant sur les renseignements fournis par les spécialistes de l'élevage porcin, nous avons établi l'utilisation d'eau par truie pour le nettoyage des installations de mise bas comme suit :

Quantité d'eau par exploitation de mise bas par truie = 500 L; mise bas = 2,2 fois par année

Quantité d'eau utilisée par une exploitation de mise bas (L par année) = 500 L x 2,2 x nombre de truies

1.2.3 Utilisation de l'eau pour le nettoyage dans les exploitations d'élevage de volailles

Dans les élevages de volailles, le nettoyage et le lavage des bâtiments d'élevage a lieu après chaque expédition de volailles à l'abattoir. Nous avons déterminé la quantité d'eau utilisée pour nettoyer les bâtiments d'élevage d'après les données des registres d'une compagnie de distribution d'eau (1,5 gallon / pied carré). Le nombre minimal de pieds carrés par poulet nous a été fourni par Agriculture et Agroalimentaire Canada et nous avons appliqué la quantité d'eau utilisée par pied carré au nombre total de poulets à griller, selon les données du Recensement de l'Agriculture.

1,34 pied carré (p.c.) par poulet

Utilisation d'eau par pied carré = 0,2271 L

Fréquence = 5,5 fois par année (expéditions de volailles de même taille que les stocks établis le jour du recensement)

Utilisation de l'eau par les élevages de volailles (L par année) = 1,34 p.c. x 0,2271 L x 5,5 x stocks de volailles.

1.2.4 Utilisation d'eau de nettoyage par les exploitations d'élevage de bovins laitiers

Le nettoyage des équipements de laiterie requiert une quantité d'eau variable selon le système de traite utilisé. Il en existe trois types : les systèmes à lactoduc, les systèmes à postes de traite et les systèmes de traite mécaniques en pot.

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario nous a fourni un coefficient représentant l'utilisation moyenne d'eau, quel que soit le type de système de traite utilisé. Nous avons décidé d'utiliser cette approximation étant donné la difficulté qu'il y a à évaluer la répartition de ces différents systèmes et le fait que les coefficients plus spécifiques disponibles pour le lavage et l'assainissement des systèmes de traite n'étaient pas suffisamment précis pour améliorer l'analyse. Le coefficient représente la quantité moyenne d'eau utilisée par vache dans les opérations de traite. L'utilisation de ce coefficient permet de tenir compte de l'utilisation totale de l'eau par les laiteries en l'appliquant aux données sur les stocks de bovins laitiers. L'utilisation d'eau par les laiteries est de 18 L par vache par jour. Ce chiffre comprend le nettoyage et l'assainissement de l'équipement, l'arrosage des planchers et le rinçage des pis.

2 Estimation de l'utilisation de l'eau par le secteur agricole

Cette section présente les estimations des quantités d'eau utilisées par le secteur agricole. Ces résultats découlent des méthodes d'analyse décrites précédemment.

2.1 Utilisation totale de l'eau pour l'irrigation

En 2001, 4 424 600 milliers de mètres cubes (m^3) d'eau a été utilisé pour irriguer les cultures (tableau 1). L'Alberta, qui a utilisé 2 900 000 milliers de m^3 d'eau, est la province qui en utilise le plus à des fins d'irrigation. En deuxième et troisième position viennent la Colombie-Britannique et la Saskatchewan, avec 845 000 et 500 000 milliers de m^3, respectivement. Ensemble ces trois provinces de l'Ouest représentent 95,9 % du volume total d'eau utilisé pour l'irrigation (tableau 1).

Tableau 1
Utilisation totale de l'eau pour l'irrigation, Canada et provinces, 2001

	Modèles d'estimation de l'irrigation			Estimé finaux de l'utilisation totale d'eau pour fin d'irrigation	
	MAECI [1]	SIGUE[2]	Autres[5]	Total	
	milliers de mètres cubes				pourcentage
Canada	**4 370 750**			**4 424 600**	**100.0**
Terre-Neuve-et-Labrador	189	2 042[3]	..	200	0.0
Île-du-Prince-Édouard	1 664	1 368[3]	7 207[6]	1 400	0.0
Nouvelle-Écosse	5 379	8 184[3]	..	5 400	0.1
Nouveau-Brunswick	1 602	1 790[3]	1 661[7]	1 600	0.0
Québec	49 599	..	32 994[8]	49 000	1.1
Ontario	91 526	182 076[3]	109 614[9]	92 000	2.1
Manitoba	32 490	..	28 970[10]	30 000	0.7
Saskatchewan	431 292	542 131[3]	278 275[11]	500 000	11.3
Alberta	3 017 486	2 959 830[3]	270 5551[12]	2 900 000	65.5
Colombie-Britannique	739 524	844 900[4]	..	845 000	19.1

Notes :
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués.
1. Modèle d'affectation de l'eau aux cultures irriguées.
2. Système d'information géographique pour l'utilisation de l'eau pour l'irrigation.
3. Ajusté en utilisant une efficacité moyenne des systèmes d'irrigation de 72 %.
4. Ajusté en utilisant les estimations moyennes de l'efficacité des systèmes d'irrigation pour huit régions en Colombie-Britannique.
5. Les autres modèles sont décrits dans la section 1.1.1 du présent article.
6. Basée sur un déficit hydrique moyen de 127 mm et une superficie moyenne irriguée de 75 ha par ferme; estimations fournies par des spécialistes provinciaux.
7. Basée sur un déficit hydrique moyen de 130 mm; estimation fournie par un spécialiste provincial.
8. BPR Groupe-conseil (2003), utilisation de l'eau pour les produits de pépinière et le gazon non comprise.
9. de Loë (2005), comprend aussi l'eau utilisée pour l'application de pesticides et pour les serres.
10. 2001 Manitoba Irrigation Survey (2002): Enquête réalisée auprès des agriculteurs déclarant plus de 50 acres de terres irriguées (Gaia Consulting, 2003).
11. Basée sur l'estimation du déficit hydrique du sol fournie par un spécialiste provincial.
12. Débit mesuré à l'infrastructure provinciale d'irrigation. L'estimation représenterait environ 95 % de l'eau utilisée pour l'irrigation. L'écoulement restitué de l'eau soutirée mais non consommée n'est pas inclut dans cet estimé.

La quantité totale d'eau utilisée à des fins d'irrigation a été estimée après une analyse fine des informations disponibles. La pertinence et la précision des différents estimés ont été évaluées pour chacune des provinces et ce, en accord avec leurs méthodes d'analyse respectives ainsi que selon les conditions de croissance végétatives des provinces. Les estimés provinciaux finaux concernant la quantité d'eau utilisé à des fins agricoles ne sont pas nécessairement le résultat d'une ou de l'autre des méthodes décrites mais plutôt d'une évaluation personnelles des auteurs de cette étude.

2.1.1 Cartographie de l'utilisation totale de l'eau pour fins d'irrigation au Canada

Différentes combinaisons de conditions agronomiques et écologiques (tels que le type de sol, les cultures, les conditions climatiques, le déficit hydrique, les règlements de l'utilisation de l'eau, etc) ont un impact sur l'utilisation de l'irrrigation. Les cartes 1 et 2 montrent la répartition par sous-sous aires de drainage (ssad) des quantités d'eau utilisées à des fins d'irrigation, telles qu'estimées selon le modèle MAECI.

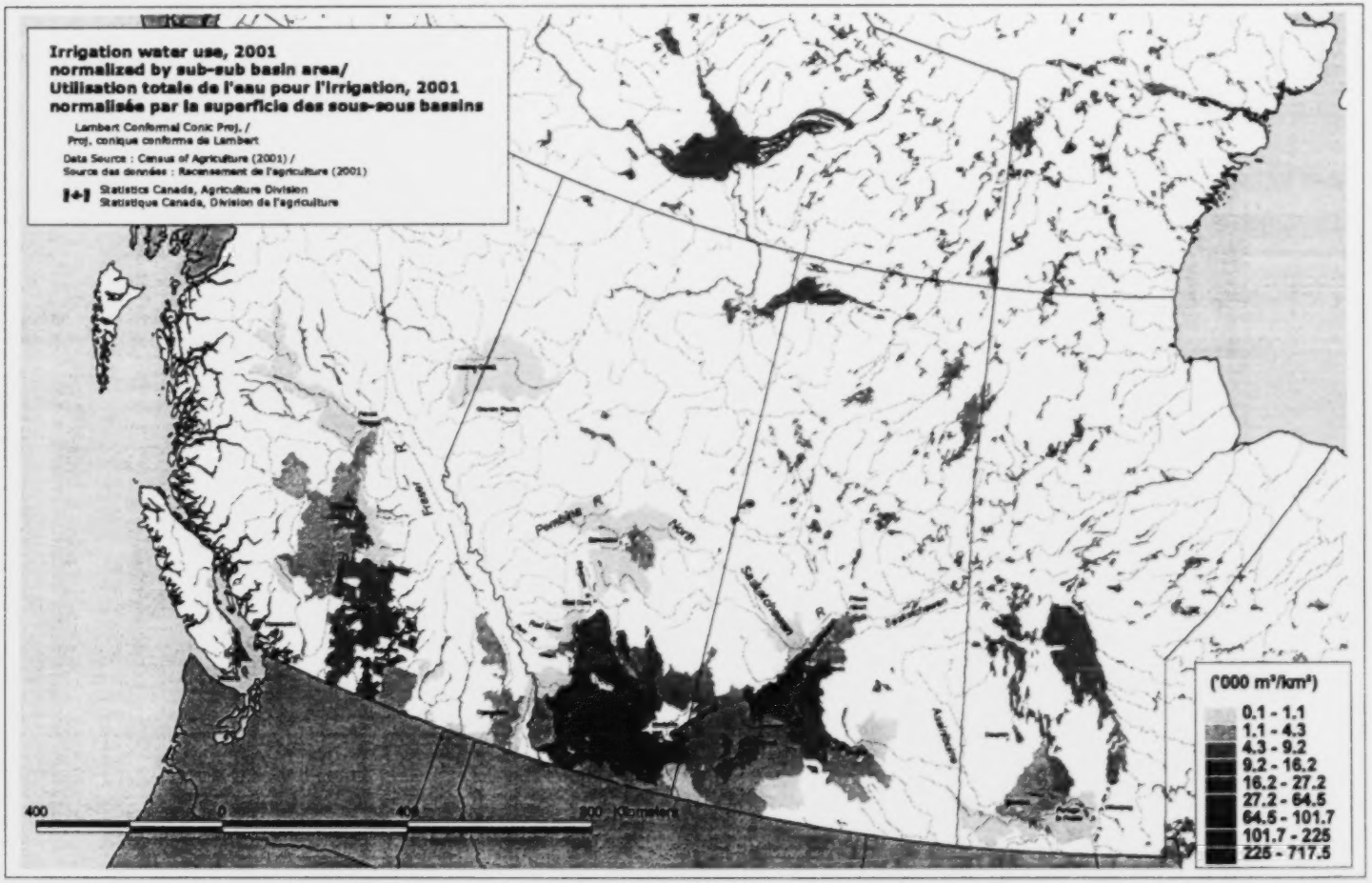
L'utilisation de l'eau pour l'irrigation était relativement plus importante dans les ssad du cours inférieur de la Fraser (Coast) et de l'Okanagan que dans les autres ssad de la Colombie-Britannique (carte 1).

En Alberta, l'utilisation de l'eau pour l'irrigation était concentrée dans quelques ssad: cours moyen de la Oldman (Belly et Willow), cours supérieur de la South Saskatchewan, Petite rivière Bow, rivière St. Mary, cours inférieur de la Oldman, cours inférieur de la Bow (Crowfoot et Mouth), cours inférieur de la Red Deer – Matzhiwin et Seven Persons.

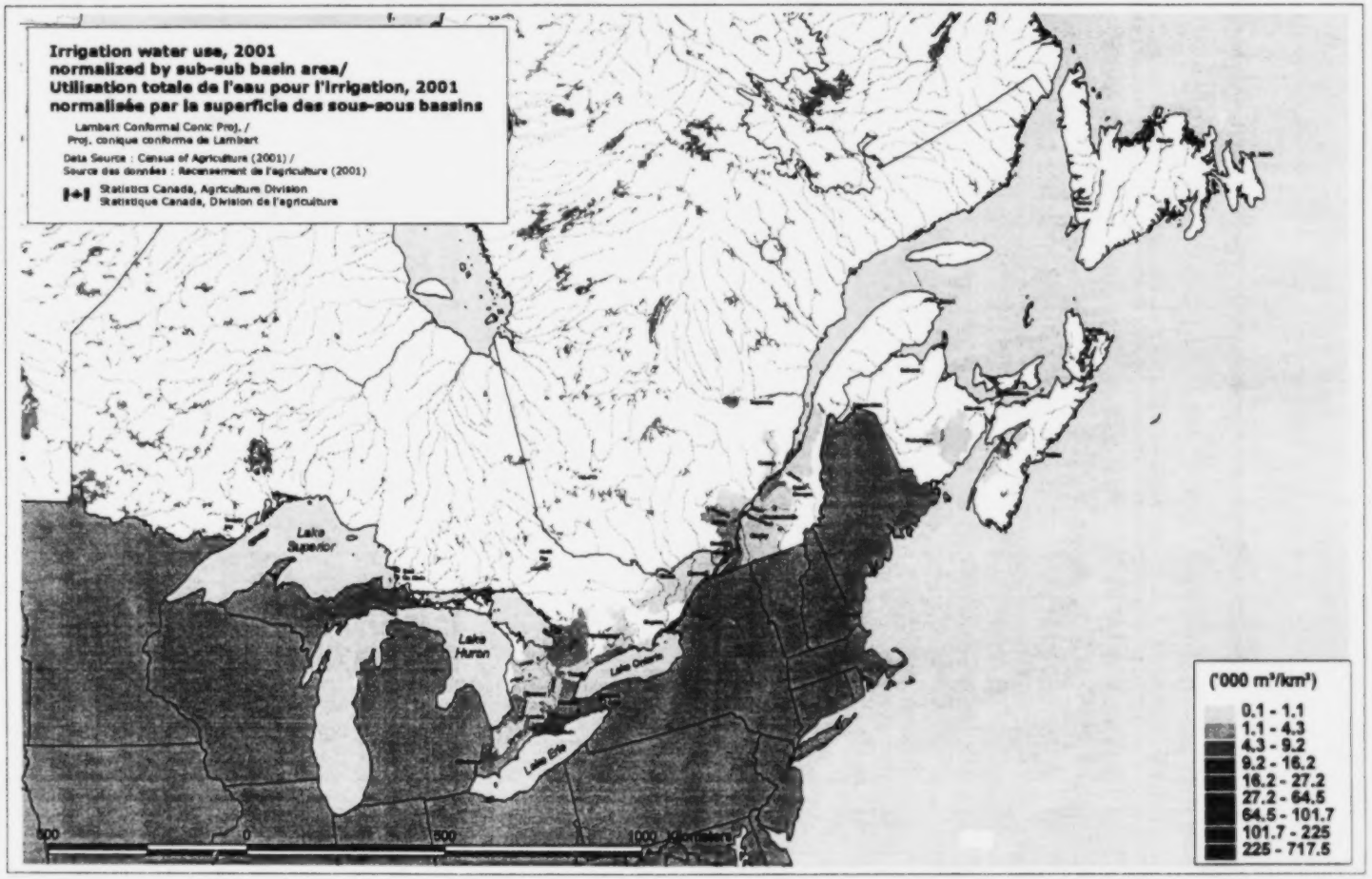
En Saskatchewan, l'irrigation a été utilisée dans le ssad du cours inférieur de la South Saskatchewan (Diefenbaker et Brightwater), de Miry-Antelope et du cours supérieur de la Qu'Appelle-Thunder. L'irrigation était relativement plus importante dans les ssad du cours moyen de l'Assiniboine-Cypress et de la rive sud-ouest du lac Manitoba-Whitemud que dans les autres parties du Manitoba.

En Ontario, l'utilisation de l'eau pour l'irrigation dans les ssad de la Big, du cours inférieur de la Grand et de la Niagara était plus importante que dans n'importe quel autre bassin. Au Québec, la plupart de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation a eu lieu dans la ssad de l'île de Montréal. Au Canada Atlantique, relativement plus d'eau a été utilisée pour l'irrigation dans la ssad de la Gaspereau en Nouvelle-Écosse que dans tout autre ssad de cette région (carte 2).

Carte 1
Utilisation de l'eau pour l'irrigation, Ouest du Canada, 2001



Carte 2
Utilisation de l'eau pour l'irrigation, Est du Canada, 2001



2.2 Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures

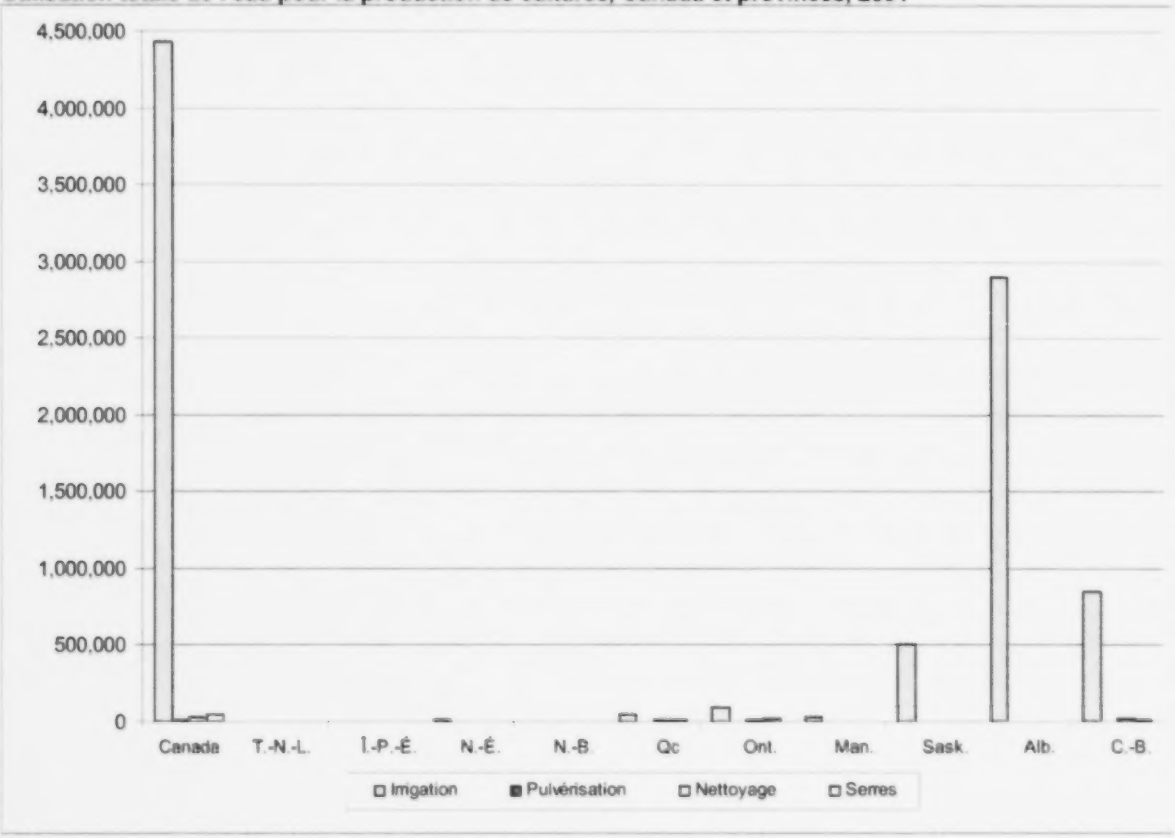
La répartition de la quantité totale d'eau utilisée à des fins de production de cultures est similaire à celle de l'eau utilisée à des fins d'irrigation seulement. Ceci s'explique par le fait que l'irrigation représente l'utilisation principale de l'eau lors de la production culture (tableau 2 et figure 1).

Tableau 2
Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures, Canada et provinces, 2001

	Irrigation	Pulvérisation	Nettoyage	Serres[1]	Total	
	milliers de mètres cubes					pourcentage
Canada	**4 424 600**	**6 540**	**31 370**	**44 920**	**4 507 430**	**100.0**
Terre-Neuve-et-Labrador	200	0	110	200	510	0.0
Île-du-Prince-Édouard	1 400	160	230	110	1 900	0.0
Nouvelle-Écosse	5 400	70	410	800	6 680	0.1
Nouveau-Brunswick	1 600	100	1 190	570	3 460	0.1
Québec	49 000	530	9 380	6 700	65 610	1.5
Ontario	92 000	1 220	4 780	22 310	120 310	2.7
Manitoba	30 000	770	110	780	31 660	0.7
Saskatchewan	500 000	2 230	110	660	503 000	11.2
Alberta	2 900 000	1 210	230	2 420	2 903 860	64.4
Colombie-Britannique	845 000	240	14 820	10 360	870 420	19.3
	pourcentage					
Canada	**98.2**	**0.1**	**0.7**	**1.0**	**100**	
Terre-Neuve-et-Labrador	39.2	0.0	21.6	39.2	100	
Île-du-Prince-Édouard	73.7	8.4	12.1	5.8	100	
Nouvelle-Écosse	80.8	1.0	6.1	12.0	100	
Nouveau-Brunswick	46.2	2.9	34.4	16.5	100	
Québec	74.7	0.8	14.3	10.2	100	
Ontario	76.5	1.0	4.0	18.5	100	
Manitoba	94.8	2.4	0.3	2.5	100	
Saskatchewan	99.4	0.4	0.0	0.1	100	
Alberta	99.9	0.0	0.0	0.1	100	
Colombie-Britannique	97.1	0.0	1.7	1.2	100	

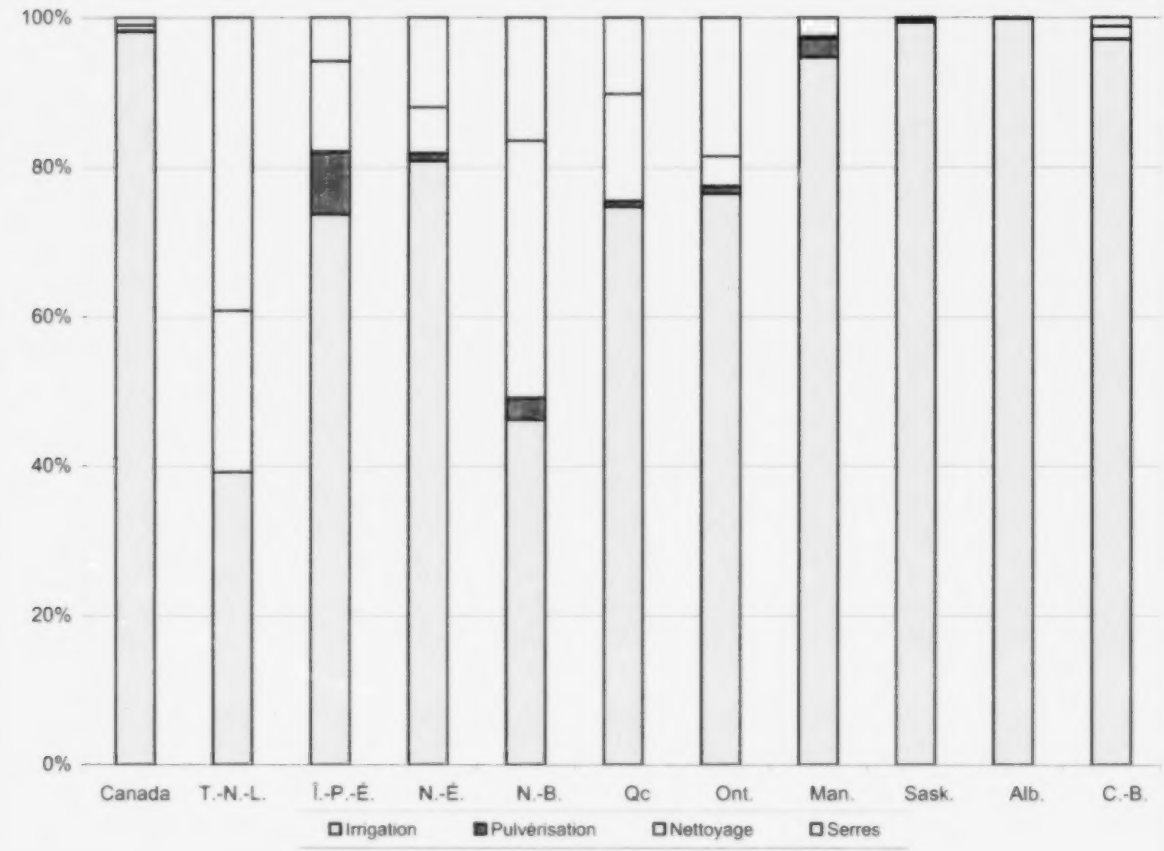
Notes :
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués.
1. Comprend l'eau utilisée pour l'irrigation des serres, la pulvérisation de pesticides et le nettoyage d'équipement.

Figure 1
Utilisation totale de l'eau pour la production de cultures, Canada et provinces, 2001



En 2001, 4 507 430 milliers de m^3 d'eau a été utilisé pour les cultures agricoles au Canada, dont plus de 98,2 % (4 424 600 milliers de m^3) sont imputables à l'irrigation (tableau 2). Dans les provinces où l'irrigation n'est pas aussi intensive que dans les trois provinces les plus à l'ouest, l'eau utilisée à des fins agricoles autres que l'irrigation occupe une part plus importante. Par exemple, dans les provinces de Terre-Neuve-et-Labrador et du Nouveau Brunswick, respectivement 60,8% et 53,8% de toute l'eau utilisée à des fins agricoles est utilisée dans les productions de serres et le nettoyage des produits (tableau 2 et figure 2).

Figure 2
Répartition de l'utilisation totale de l'eau pour la production de cultures, Canada et provinces, 2001



2.3 Utilisation de l'eau pour le bétail

Dans l'ensemble, la quantité totale d'eau utilisée par les exploitations d'élevage est relativement faible comparativement à celle utilisée pour l'irrigation des cultures. Ainsi, l'utilisation totale de l'eau pour le bétail représente moins de 6 % de l'utilisation totale de l'eau en agriculture. Cependant, l'utilisation de l'eau pour l'élevage peut être importante dans les régions où l'élevage de bétail est plus concentré (Alberta).

En 2001, 279 160 milliers de m^3 d'eau a été utilisée par les éleveurs de bétail et de volaille canadiens (tableau 3 et figure 3). L'Alberta est la province qui a utilisé le plus d'eau pour l'élevage des animaux, soit environ 30,7 % (85,8 millions de m^3) de la totalité de l'eau utilisée à cette fin au Canada.

Tableau 3

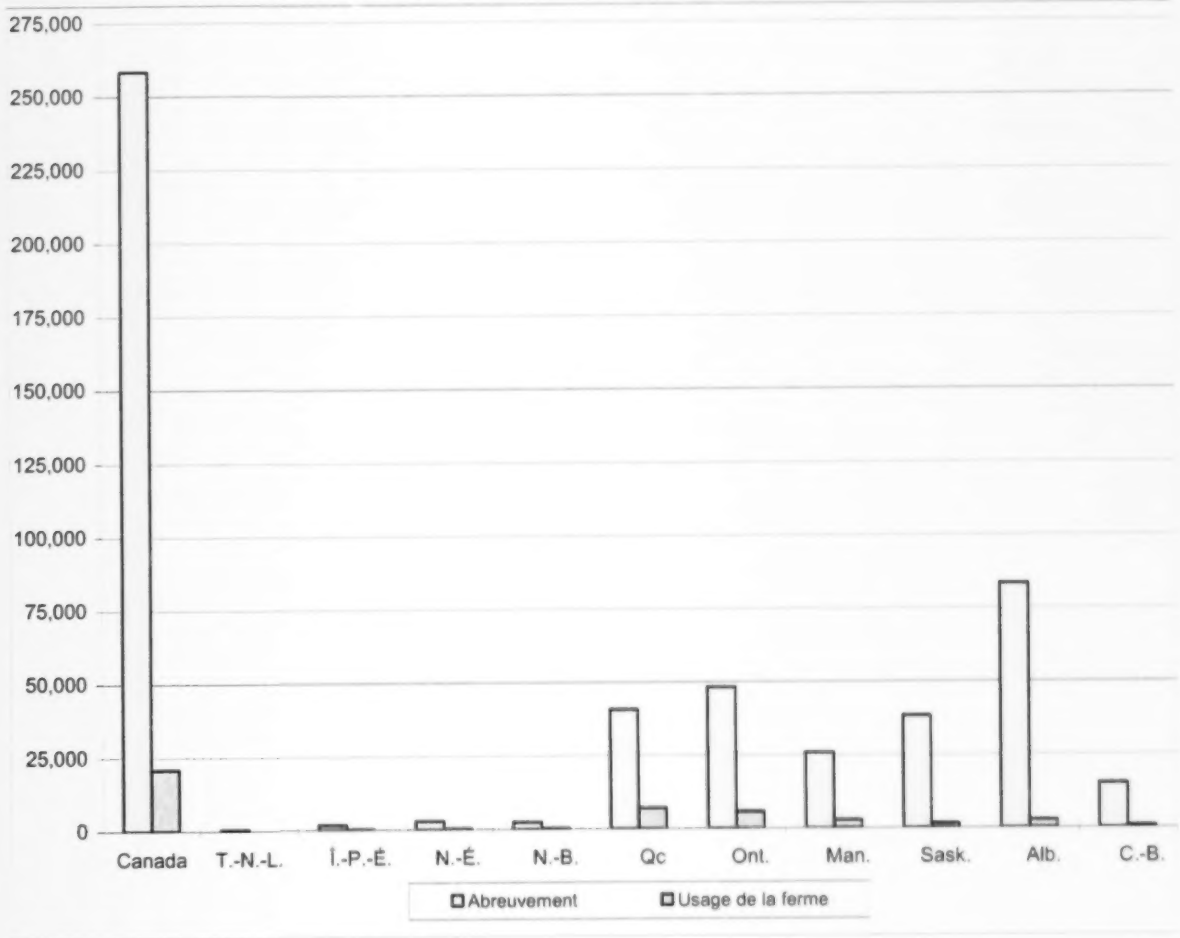
Utilisation totale de l'eau pour le bétail, Canada et provinces, 2001

	Abreuvement	Usage de la ferme	Total	
	milliers de mètres cubes			pourcentage
Canada	**258 360**	**20 800**	**279 160**	**100.0**
Terre-Neuve-et-Labrador	510	40	550	0.2
Île-du-Prince-Édouard	1 620	220	1 840	0.7
Nouvelle-Écosse	2 800	290	3 090	1.1
Nouveau-Brunswick	2 350	260	2 610	0.9
Québec	40 630	7 000	47 630	17.1
Ontario	48 120	5 700	53 820	19.3
Manitoba	25 730	2 690	28 420	10.2
Saskatchewan	38 230	1 400	39 630	14.2
Alberta	83 260	2 550	85 810	30.7
Colombie-Britannique	15 120	650	15 770	5.6
	pourcentage			
Canada	**92.5**	**7.5**	**100.0**	
Terre-Neuve-et-Labrador	92.7	7.3	100.0	
Île-du-Prince-Édouard	88.0	12.0	100.0	
Nouvelle-Écosse	90.6	9.4	100.0	
Nouveau-Brunswick	90.0	10.0	100.0	
Québec	85.3	14.7	100.0	
Ontario	89.4	10.6	100.0	
Manitoba	90.5	9.5	100.0	
Saskatchewan	96.5	3.5	100.0	
Alberta	97.0	3.0	100.0	
Colombie-Britannique	95.9	4.1	100.0	

Note :
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués.

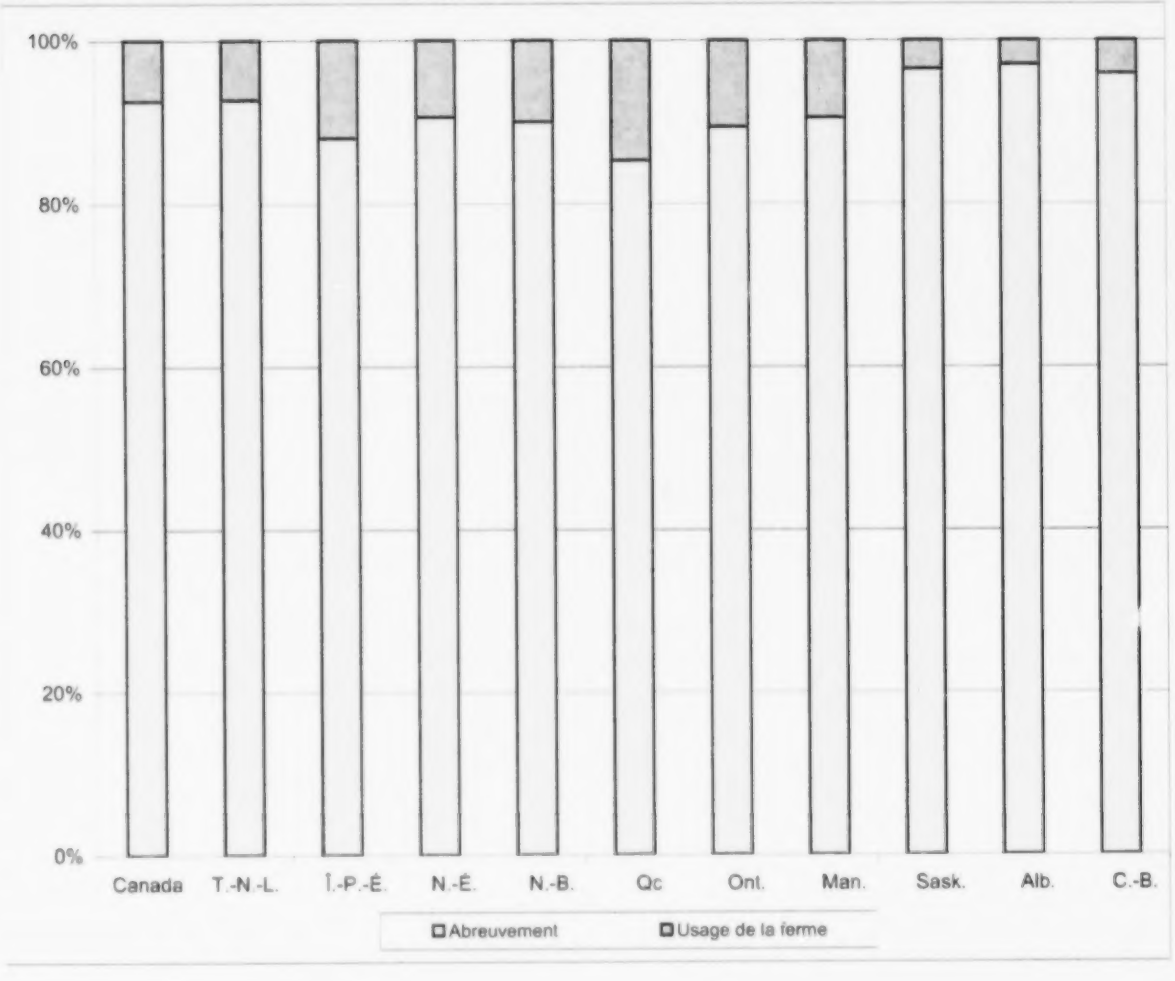
Après l'Alberta viennent l'Ontario et le Québec, qui ont utilisé 19,3 % et 17,1 %, respectivement, du total de l'eau utilisée pour l'élevage (tableau 3 et figure 3). La Saskatchewan n'est pas loin derrière le Québec, avec 14,2 % du total de l'eau utilisée par les exploitations d'élevage, ce qui est attribuable à sa grande population de bovins. Vient ensuite le Manitoba, avec 10,2 %, dû principalement à sa grande population porcine.

Figure 3
Utilisation totale de l'eau pour le bétail, Canada et provinces, 2001



Environ 92,5 % de l'eau destinée à l'élevage a été utilisée pour abreuver les animaux et 7,5 % ont été utilisés pour nettoyer les installations ou perdus par déversement accidentel (tableau 3 et figure 4).

Figure 4
Répartition de l'utilisation totale de l'eau pour le bétail, Canada et provinces, 2001



2.3.1 Cartographie de l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux

Les cartes 3 et 4 montrent où était concentrée l'utilisation de l'eau pour abreuver les animaux en 2001. D'ouest en est, la SSAD du cours inférieur de la Fraser-Coast est l'endroit où l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux a été la plus forte en Colombie-Britannique.

En Alberta, l'utilisation de l'eau pour l'élevage était forte dans plusieurs SSAD, notamment celles du cours moyen de la Oldman (Belly et Willow), du cours moyen de la Bow-Jumpingpond, du cours supérieur de la Red Deer (Blindman et Little Red Deer), du cours supérieur de la North Saskatchewan (Wabamum et Strawberry), des cours moyen et supérieur de la Pembina, du cours inférieur de la Bow (Crowfoot et Mouth), de la Little Bow, du cours inférieur de la Oldman, du cours inférieur de la Red Deer-Matzhiwin, du cours moyen de la Red Deer (Rosebud et Tail), de Headwaters Battle, de Sturgeon, du cours moyen de la North Saskatchewan (Redwater, Beaverhill et Big Gully) et de Seven Persons.

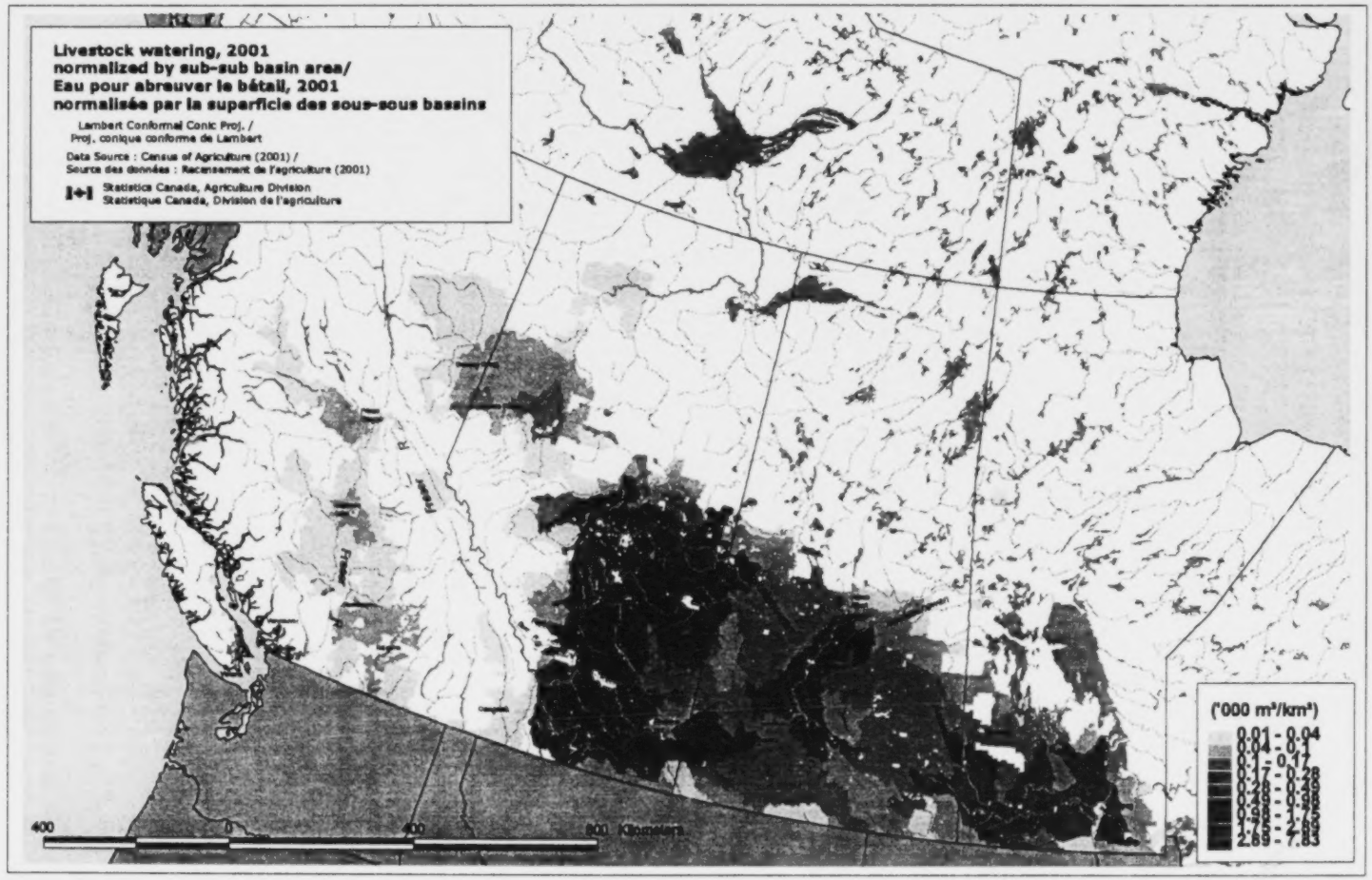
Les SSAD du cours inférieur de la South Saskatchewan (Happyland, Myri-Antilope, Brightwater), le cours supérieur de la Qu'Appelle-Thunder et le cours supérieur de la Carrot sont les bassins où l'utilisation de l'eau pour l'élevage a été relativement plus élevée qu'ailleurs en Saskatchewan. Au Manitoba, les SSAD de la Morris, du cours inférieur de l'Assiniboine-Mouth, de la La Salle, de la Seine et de la Rat et du Tourond sont ceux où l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux a été plus importante qu'ailleurs (carte 3).

La carte 4 montre qu'en Ontario, des quantités importantes d'eau ont été utilisées pour abreuver les animaux dans plusieurs SSAD (notamment celles de la Scugog, de la Penetangore, de la Saugeen, de la Maitland, de l'Ausable, des cours supérieur et inférieur de la Grand, du cours inférieur de la Thames, de la Niagara et de la Big).

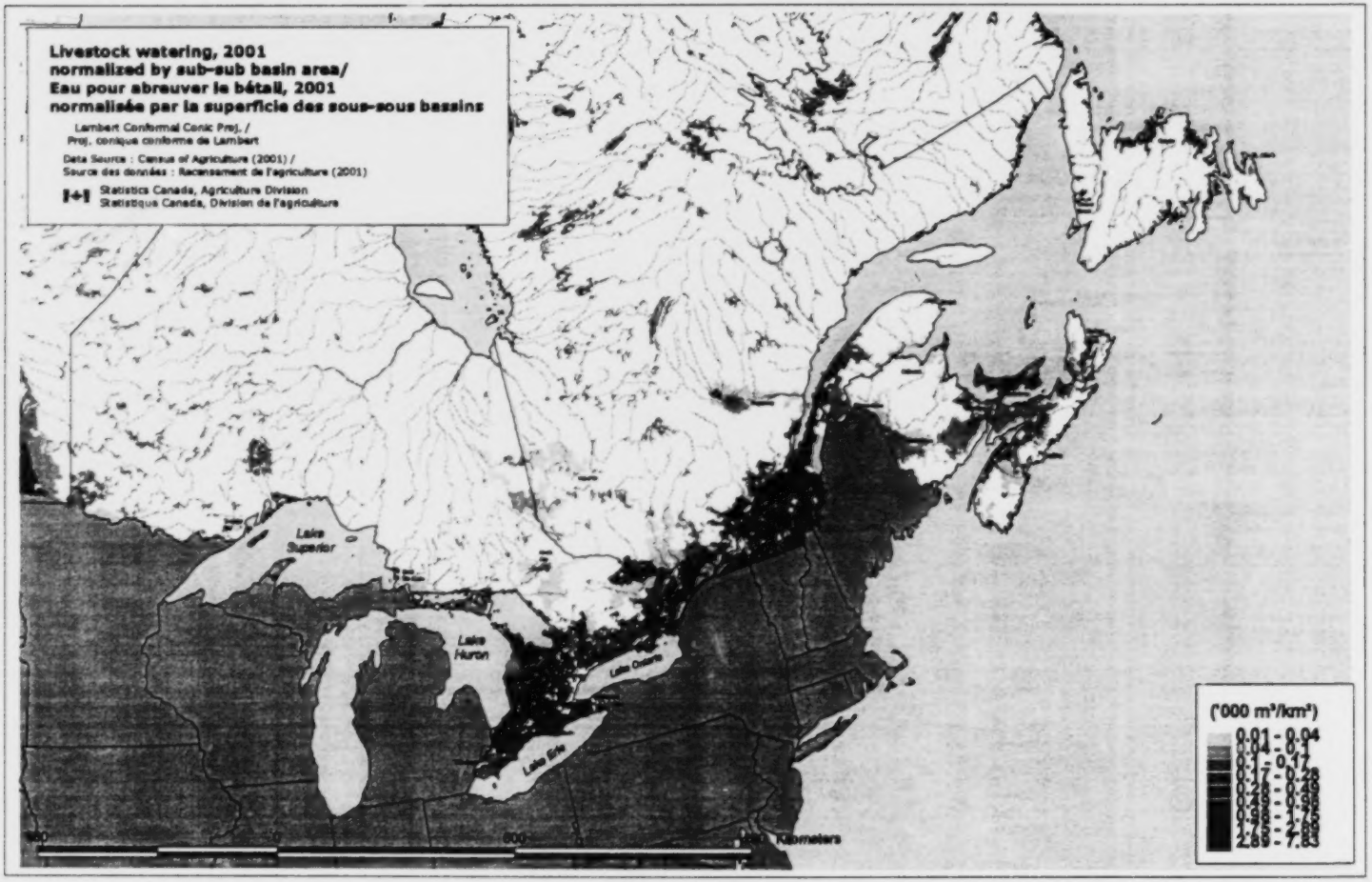
Au Québec, les SSAD où l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux a été la plus importante sont celles du cours inférieur de l'Ottawa-South Nation, de la Yamaska, du cours inférieur de la Saint-François, de la Nicolet, de la Bécancour, du cours inférieur du Saint-Laurent-Chêne, de la Chaudière et de l'Etchemin.

Dans les provinces Atlantiques, l'utilisation de l'eau pour l'abreuvement des animaux dans la SSAD de la Gaspereau en Nouvelle-Écosse et dans le centre de l'Île-du-Prince-Édouard (Wilmot et Hillsborou) a été relativement plus importante que dans toute autre SSAD de cette région regroupant quatre provinces.

Carte 3
Utilisation de l'eau pour l'abreuvement du bétail, Ouest du Canada, 2001



Carte 4
Utilisation de l'eau pour l'abreuvement du bétail, Est du Canada, 2001



2.4 Utilisation agricole totale de l'eau

En 2001, l'utilisation agricole de l'eau au Canada a été de 4 786 590 milliers de m^3 (tableau 4). L'Alberta était le plus gros utilisateur avec 2 989 670 milliers de m^3, suivie par la Colombie-Britannique (886 190 milliers de m^3) et la Saskatchewan (milliers de 542 630 m^3) (figure 5). Ensemble, ces trois provinces de l'Ouest représentaient 92,3 % de l'utilisation agricole nationale totale de l'eau.

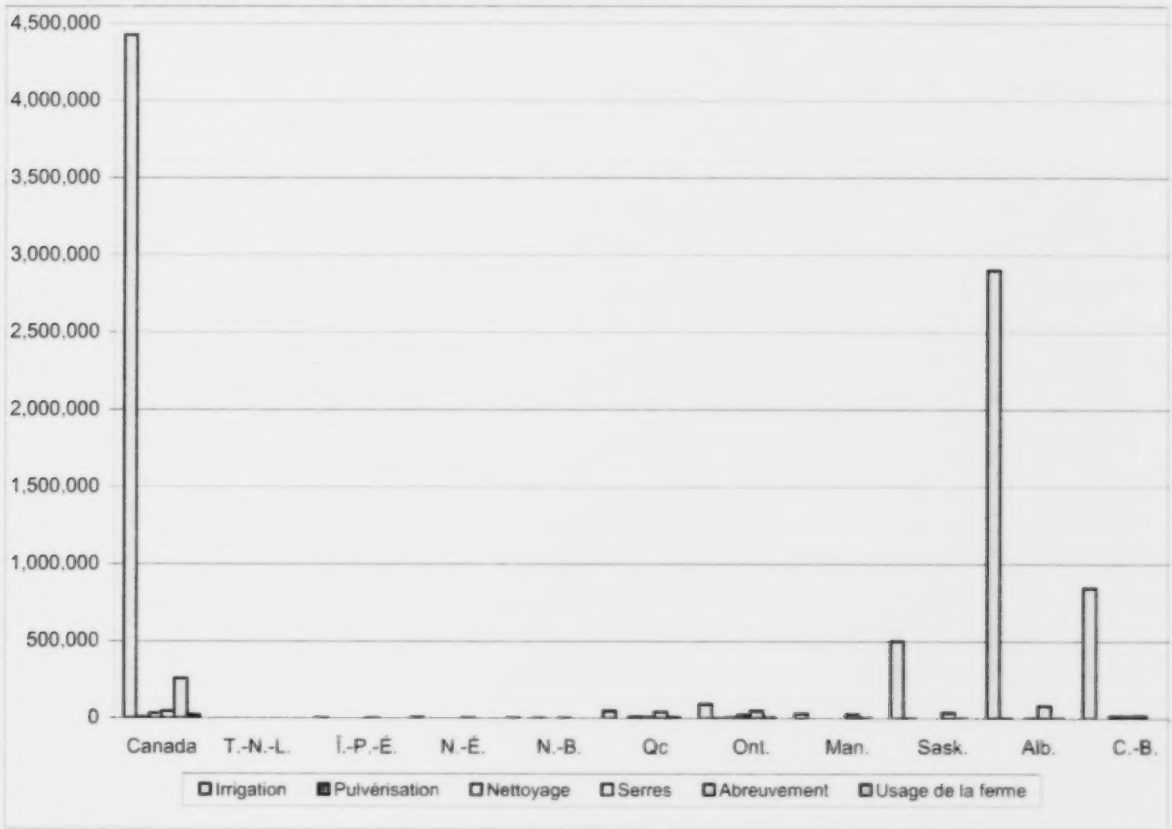
Tableau 4

Utilisation agricole totale de l'eau, Canada et provinces, 2001

	Utilisation de l'eau pour les cultures				Utilisation de l'eau pour l'élevage bovins			
	Irrigation	Pulvérisation	Nettoyage	Serres[1]	Abreuvement	Usage de la ferme	Total	
	millier de mètres cubes							%
Canada	**4 424 600**	**6 540**	**31 370**	**44 920**	**258 360**	**20 800**	**4 786 590**	**100.0**
Terre-Neuve-et-Labrador	200	0	110	200	510	40	1 060	0.0
Île-du-Prince-Édouard	1 400	160	230	110	1 620	220	3 740	0.1
Nouvelle-Écosse	5 400	70	410	800	2 800	290	9 770	0.2
Nouveau-Brunswick	1 600	100	1 190	570	2 350	260	6 070	0.1
Québec	49 000	530	9 380	6 700	40 630	7 000	113 240	2.4
Ontario	92 000	1 220	4 780	22 310	48 120	5 700	174 130	3.6
Manitoba	30 000	770	110	780	25 730	2 690	60 080	1.3
Saskatchewan	500 000	2 230	110	660	38 230	1 400	542 630	11.3
Alberta	2 900 000	1 210	230	2 420	83 260	2 550	2 989 670	62.5
Colombie-Britannique	845 000	240	14 820	10 360	15 120	650	886 190	18.5
	pourcentage							
Canada	**92.4**	**0.1**	**0.7**	**0.9**	**5.4**	**0.4**	**100.0**	
Terre-Neuve-et-Labrador	18.9	0.0	10.4	18.9	48.1	3.8	100.0	
Île-du-Prince-Édouard	37.4	4.3	6.1	2.9	43.3	5.9	100.0	
Nouvelle-Écosse	55.3	0.7	4.2	8.2	28.7	3.0	100.0	
Nouveau-Brunswick	26.4	1.6	19.6	9.4	38.7	4.3	100.0	
Québec	43.3	0.5	8.3	5.9	35.9	6.2	100.0	
Ontario	52.8	0.7	2.7	12.8	27.6	3.3	100.0	
Manitoba	49.9	1.3	0.2	1.3	42.8	4.5	100.0	
Saskatchewan	92.1	0.4	0.0	0.1	7.0	0.3	100.0	
Alberta	97.0	0.0	0.0	0.1	2.8	0.1	100.0	
Colombie-Britannique	95.4	0.0	1.7	1.2	1.7	0.1	100.0	

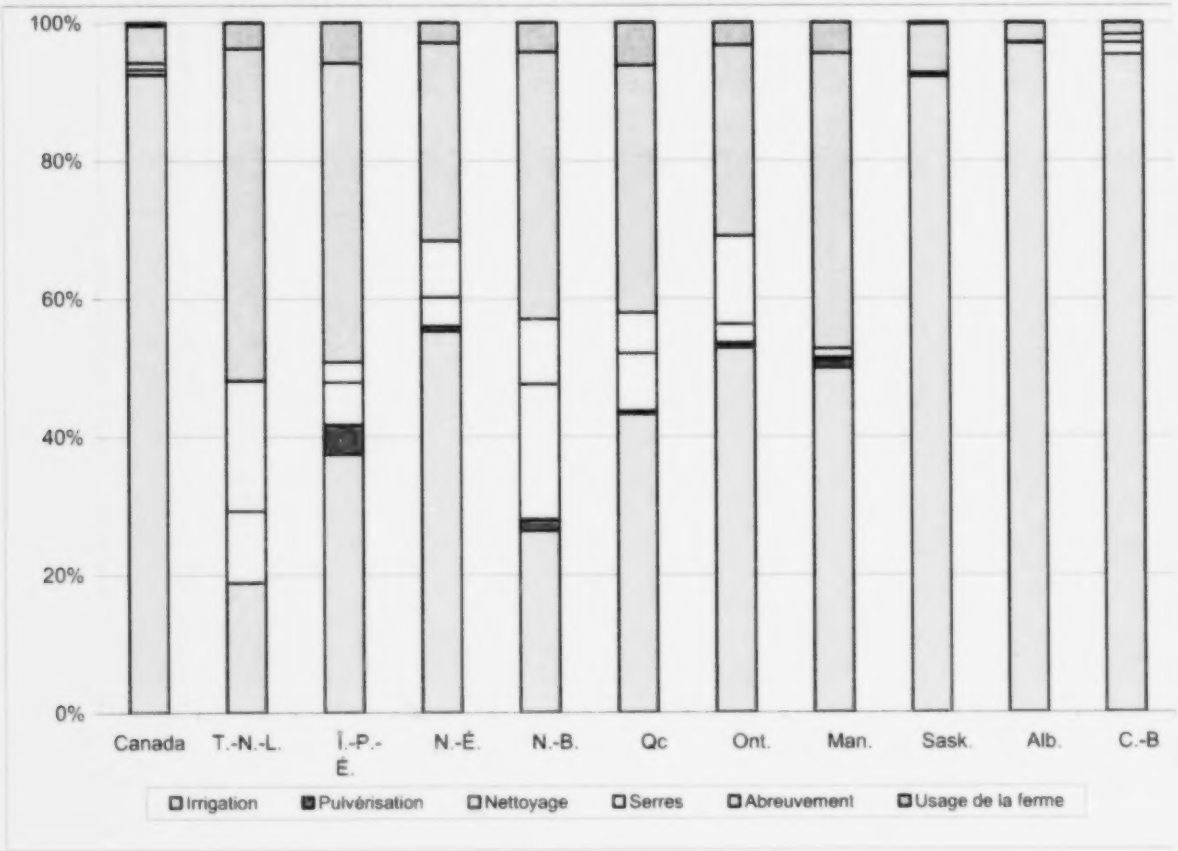
Notes :
Les chiffres ayant été arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux indiqués.
1. Comprend l'eau utilisée pour l'irrigation des serres, la pulvérisation de pesticides et le nettoyage d'équipement.

Figure 5
Utilisation agricole totale de l'eau, Canada et provinces, 2001



Au niveau national, 92,4 % de la quantité totale d'eau utilisée par le secteur de l'agriculture ont servi à l'irrigation des cultures, tandis que 5,4 % ont été utilisés pour l'abreuvement des animaux (tableau 4 et figure 6). La répartition de l'utilisation de l'eau était la même dans les trois provinces de l'Ouest, car l'utilisation pour l'irrigation y est très importante. Ensemble, ces provinces influencent fortement les proportions nationales des divers types d'utilisation de l'eau.

Figure 6
Répartition de l'utilisation agricole totale de l'eau (%), Canada et provinces, 2001



Dans les autres provinces du centre et de l'est, la répartition entre les divers types d'utilisation de l'eau variait de l'une à l'autre. Ainsi, l'eau utilisée pour abreuver les animaux représentait près de la moitié (48,1 %) de l'utilisation agricole totale de l'eau à Terre-Neuve-et-Labrador, tandis que la proportion était d'environ 43 % au Manitoba et à l'Île-du-Prince-Édouard, et d'un tiers dans les quatre autres provinces (tableau 4).

2.4.1. Cartographie de l'utilisation agricole totale de l'eau

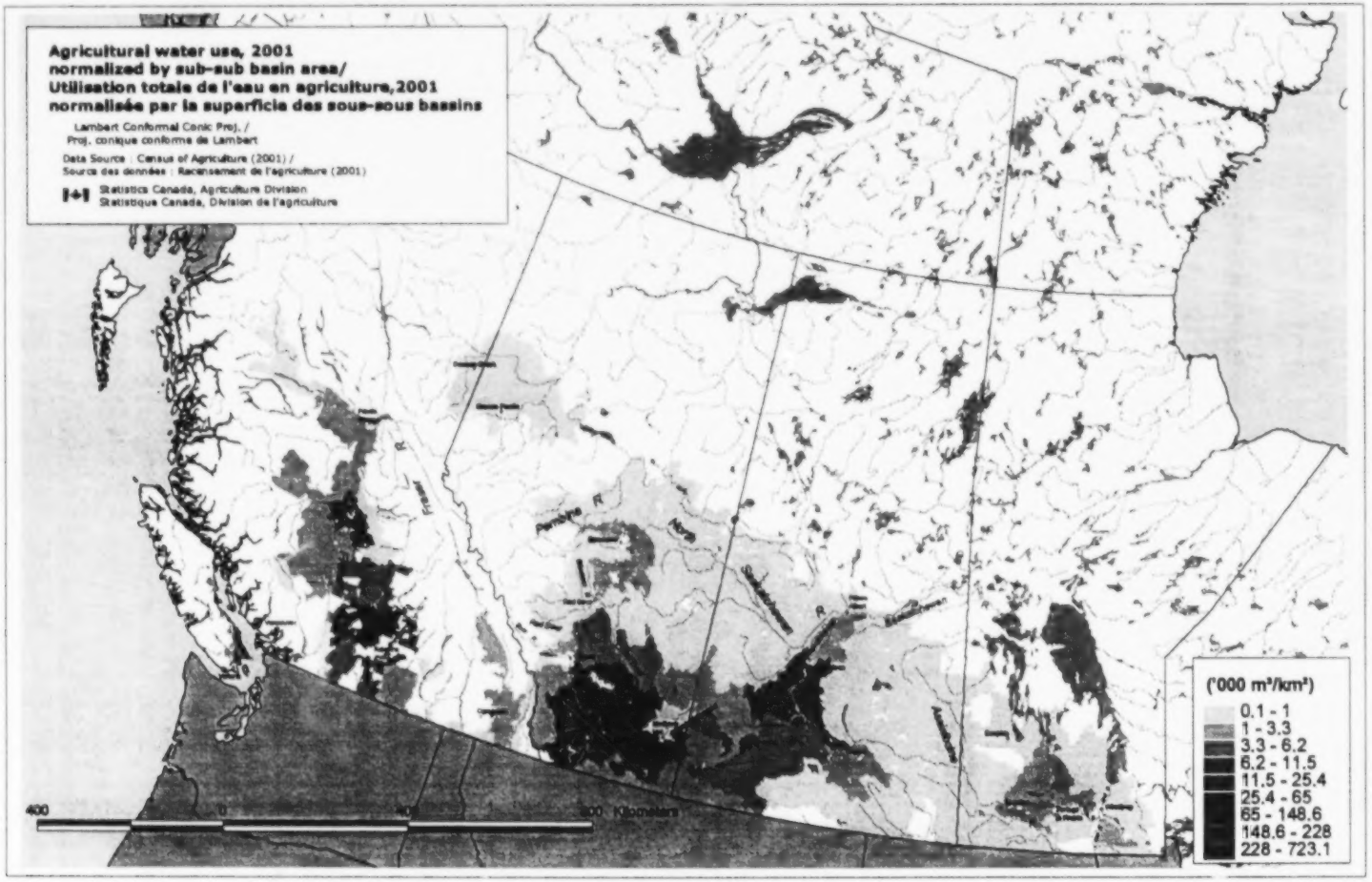
Selon ces résultats, la carte 5 montre où l'utilisation agricole totale de l'eau était la plus concentrée en 2001 dans l'ouest du Canada, tandis que la carte 6 présente la répartition dans l'Est du Canada.

L'eau est le plus fortement utilisée à des fins agricoles dans le centre-sud de l'Alberta et en Saskatchewan. Cette constatation est particulièrement vraie dans les SSDA albertains tels ceux du cours moyen de la Oldman (Belly et Willow), de la St. Mary, du cours supérieur de la South Saskatchewan, de la Little Bow, du cours inférieur de la Oldman, du cours inférieur de la Bow (Crowfoot et Mouth), du cours inférieur de la Red Deer (Matzhiwin et Seven Persons).

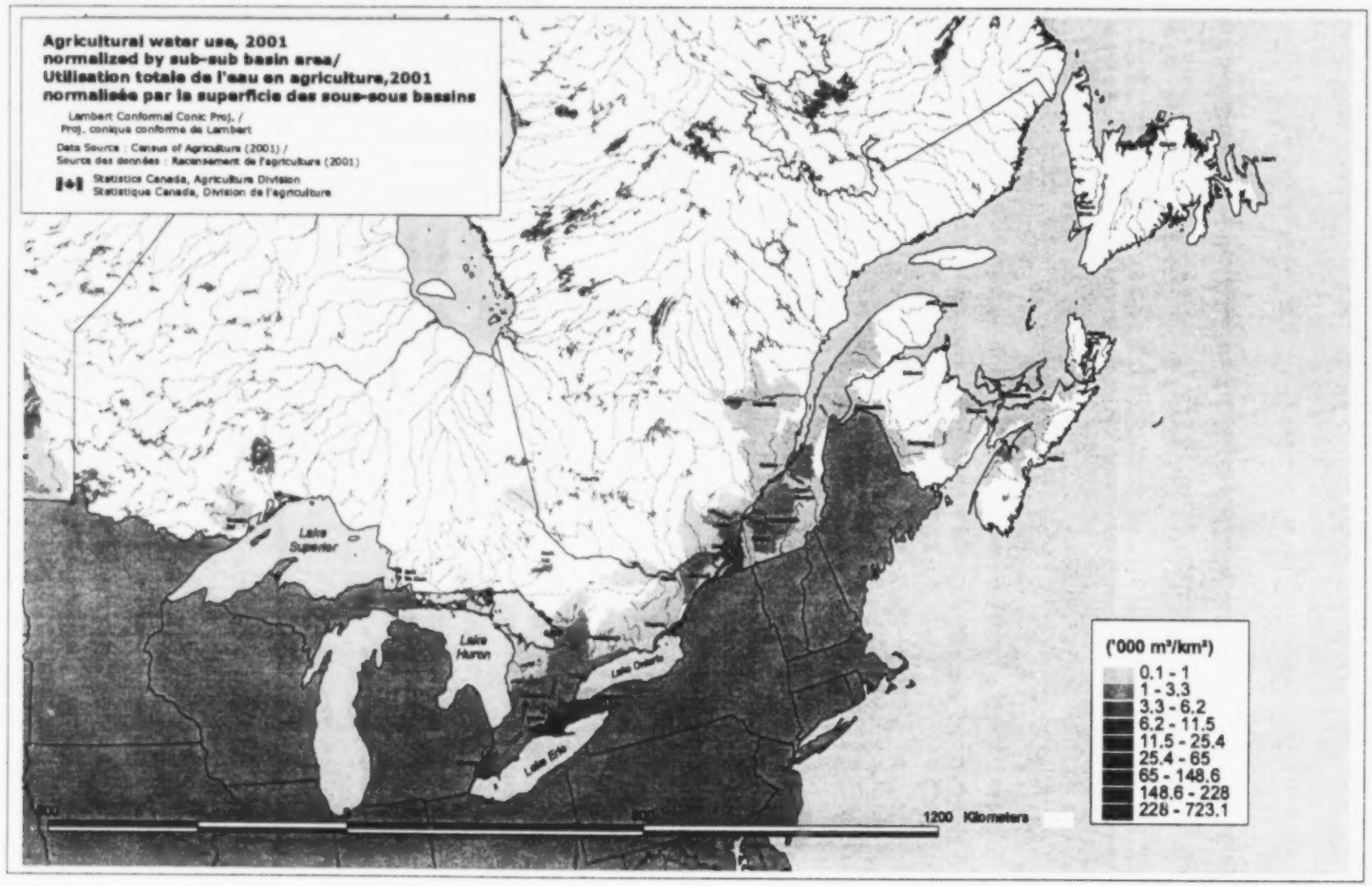
En Saskatchewan, une plus grande quantité d'eau a été utilisée dans les SSAD du cours inférieur de la South Saskatchewan (Miry-Antelope, Diefenbaker et Brightwater) et du cours supérieur de la Qu'Appelle-Thunder qu'ailleurs.

Dans l'est du Canada (Carte 6), l'utilisation de l'eau à des fins agricoles est de loin inférieure à celle de l'Alberta. Par exemple, la quantité d'eau prélevée des sous-sous aires de drainage situés sur la rive nord du Lac Érié (l'endroit de tout l'Est du Canada où l'eau est la plus prélevée à des fins agricoles) varie de 3 300 à 6 200 m^3 / km^2. En comparaison, dans la région centre sud de l'Alberta la quantité d'eau prélevée à des fins agricoles varie de 148 600 à 228 000 m^3 / km^2.

Carte 5
Utilisation agricole totale de l'eau, Ouest du Canada, 2001



Carte 6
Utilisation agricole totale de l'eau, Est du Canada, 2001



II. Conclusion : Estimer la quantité d'eau utilisée à des fins agricole en 2001

L'objectif principal de la présente étude était de produire des statistiques sur l'utilisation de l'eau par le secteur de l'agriculture au Canada pour 2001 grâce à différentes méthodes. L'utilisation de l'eau a été estimée pour plusieurs activités agricoles, dont l'irrigation, la vaporisation d'herbicides, d'insecticides et de fongicides, la protection contre le gel, le lavage d'assainissement et la récolte, la transformation à la ferme, l'abreuvement des animaux, l'assainissement, et autres utilisations.

En 2001, l'utilisation agricole de l'eau au Canada a été 4 786 590 milliers de m^3. La répartition géographique d'utilisation variait fortement d'une région à l'autre. Ensemble, les trois provinces de l'Ouest représentaient 92,3 % de l'utilisation agricole totale nationale de l'eau. Dans ces provinces, la plupart de l'eau utilisée par le secteur de l'agriculture a servi à l'irrigation des cultures (96,1 %) et le reste, principalement à l'abreuvement des animaux (3,1 %).

Dans les autres provinces, la répartition selon le type d'utilisation variait. À Terre-Neuve-et-Labrador, au Manitoba et à l'Île-du-Prince-Édouard, l'eau utilisée pour abreuver les animaux représentait plus de 42 % de l'utilisation totale de l'eau par les fermes, tandis que dans les quatre autres provinces, elle en représentait environ le tiers.

Au sein de chaque province, l'utilisation agricole de l'eau variait considérablement. Parmi les 477 SSDA qui contenaient des fermes en 2001, l'utilisation de l'eau pour l'agriculture n'était importante que dans un nombre restreint. Ces bassins versants se situaient surtout dans le sud de l'Alberta et en Saskatchewan, là où l'irrigation était intensive.

Le Recensement de l'agriculture a été la source principale des données utilisées pour produire les diverses estimations de l'utilisation de l'eau. Certains renseignements sont déjà recueillis, comme la superficie des terres consacrées à diverses cultures, les stocks d'animaux d'élevage et la superficie totale des terres irriguées. La combinaison des données de recensement sur les terres irriguées, les superficies en culture et les stocks d'animaux à des coefficients d'utilisation de l'eau pour les cultures et l'élevage a permis de produire des estimations de la quantité d'eau utilisée pour plusieurs activités agricoles. Toutefois, la qualité de ces estimations dépend des limites inhérentes aux données originales, aux méthodes utilisées et aux hypothèses formulées.

La qualité des estimations dépend de l'information disponible. L'une des principales contraintes est l'utilisation de coefficients qui ne sont pas nécessairement uniformément à jour, qui reflètent des conditions climatiques moyennes, ainsi que l'opinion des experts, ou sont fondés, dans une certaine mesure, sur des études expérimentales sur le terrain et calculés au départ à une échelle nettement plus petite.

Même s'il est possible de combler certaines lacunes des données au moyen de nouvelles estimations par sondage, poursuivre l'élaboration et l'amélioration de diverses méthodes non fondées sur des enquêtes pour estimer l'utilisation agricole de l'eau présente des avantages. Les indicateurs non fondés sur des enquêtes constituent pour les spécialistes de l'eau une source précieuse d'information qui leur permet d'étalonner les résultats des enquêtes et d'établir des données repères directement après chaque nouveau recensement de l'agriculture contenant des questions sur l'irrigation.

Des progrès pourraient être réalisés dans plusieurs domaines afin d'améliorer les estimations de l'utilisation de l'eau, dont la conversion des stocks d'animaux déclarés au recensement en flux dans les 12 mois après la collecte des données du recensement, l'amélioration de la répartition des résultats obtenus pour des zones géographiques administratives entre des zones géographiques hydrologiques précises, l'amélioration des coefficients d'utilisation de l'eau pour l'élevage et les cultures afin de tenir compte des conditions climatiques, de la technologie utilisée et des modifications génétiques, l'utilisation d'autres sources de données pour corriger l'effet du décalage entre les superficies en culture ensemencées l'année du recensement et la superficie irriguée déclarée pour l'année précédant l'année du recensement.

La présente étude a permis de produire des estimations de l'utilisation agricole de l'eau à une échelle relativement faible (c.-à-d. celle des sous-sous aires de drainage). Étant donné les limites des données du recensement en ce qui concerne l'emplacement exact des superficies irriguées et des animaux d'élevage, ainsi que l'obligation de protéger les renseignements confidentiels, nous avons estimé qu'une analyse à ce niveau de détail était pertinente en ce qui concerne l'identification des superficies, mais insuffisante pour tirer toute

conclusion quant aux utilisations conflictuelles des réserves d'eau. Ce genre d'analyse à venir devra prendre en compte les autres utilisations de l'eau (utilisations résidentielles, commerciales et industrielles), la variation des prélèvements d'eau au cours de l'année et la disponibilité de l'eau en provenance de diverses sources. De surcroît, pour que ces analyses soient complètes, elles devront inclure les concepts de qualité de l'eau.

Bibliographie

Alberta Agriculture, Food and Rural Development. 1997. *Irrigated Crop Recommendations for Alberta – 1991-1998*, 1997. www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex139 (site consulté en avril 2006).

Alberta Irrigation Projects Association (AIPA). 2002. *Irrigation Water Management Study. Key research finding document*. www.aipa.org/Adobe_Files/21st_Century_Vol_01_Chp_04_Key_Research_Findings.pdf (site consulté en avril 2006).

de Loë, R. 2005. « Agricultural Water Use: a Methodology and Estimates for Ontario (1991, 1996 and 2001) » dans *Revue canadienne des ressources hydriques*, 30(2): 111-128.

Gaia Consulting, 2003. Manitoba Irrigation Survey. Parrainé par the Association of Irrigators in Manitoba.

Gallichand. J. 1993. *Besoins en eau pour l'irrigation des cultures du sud-ouest du Québec*, Bulletin technique, CPVQ, AGDEX 750. Québec.

Ivey, J. 1998. *Agricultural and Rural Water Use in Ontario*, Annex: 1 Assessment of Agricultural Water Use Coefficients for Ontario. Rural Water Management Group, Université de Guelph.

Kulshreshtha, S., D. Sobool and C. Grant. 2004. *Considerations Involved in the Specification of Water Use in the Canadian Regional Agricultural Model*. Rapport préparé pour Agriculture et Agroalimentaire Canada, Department of Agricultural Economics, Université de la Saskatchewan.

Ministère de l'Agriculture de l'Ontario. *Food and Rural Affairs*. Infosheet #11 Milking Centre Washwater, Gouvernement de l'Ontario.

Prairie Farm Rehabilitation Administration. 2003. *Field Irrigation and Water Quality*. www.agr.gc.ca/pfra/water/fieldirr_e.htm (site consulté en avril April 2006).

Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization. 2003. *Irrigation in Saskatchewan*. www.agr.gov.sk.ca/docs/crops/irrigation/irrigationinsk.asp (site consulté en avril 2006)

Stantec. 2005. *Feasibility Study – Raw Water for Agricultural Irrigation Purposes*, Technical Memorandum 1 – Determination of existing conditions. www.regional.niagara.on.ca/living/ap/pdf/050328_toc_sect1.pdf (site consulté en avril 2006).

Statistique Canada. 2003. *L'activité humaine et l'environnement : Statistiques annuelles 2003*. produit n° 16-201-XPF au catalogue. Ottawa.

Annexe A

Tableau A.1
Coefficients de besoin d'irrigation des cultures

Cultures	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qc	N.-B.	N.-É.	Î.-P.-É.	T.-N.-L.
	mm d'eau par ha									
Luzerne	680 [12]	500 [4]	500 [4]	..	..	..	..	..	..	..
Orge	..	390 [10]	..	..	..	..	..	..	..	..
Pois chiches	..	380 [12]	380 [12]	..	..	..	..	..	..	..
Mais	384 [8]	510 [12]	510 [12]	117 [13]	..	..	..	..	..	..
Haricots blancs secs	..	380 [12]	380 [12]	..	..	..	..	..	..	..
Seigle d'automne	..	..	390	117 [13]	..	..	..	..	..	..
Lin	..	410 [12]	..	..	..	..	..	..	..	..
Graines fourragères	..	410	..	..	..	..	..	..	..	..
Ginseng	19 [7]	..	..	..	19 [7]	..	..	..	..	..
Mélange de céréales	..	..	330	..	..	..	..	..	..	..
Autres haricots secs	..	380 [12]	380 [12]	..	..	..	..	..	..	..
Autre foin cultivé	..	..	500 [4]	..	..	..	..	..	..	..
Patates	500 [11]	560 [12]	500 [11]	82 [13]	225 [7]	143 [6]	..	..	143 [6]	..
Seigle de printemps	..	..	..	..	0	..	..	..	..	..
Betteraves à sucre	..	560 [10]	..	..	..	..	..	..	..	..
Tabac	..	..	..	..	75 [7]	75 [7]	..	..	..	..
Blé d'hiver	..	480 [12]	..	..	..	..	..	..	..	..
Blé dur	..	460 [12]	460 [12]	..	..	..	..	..	..	..
Blé de printemps	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Pépinières	175 [1,7]	175 [1,7]	175 [1,7]	67 [1]	175 [1,7]	175 [1,7]	175 [1,7]	175 [1,7]	175 [1,7]	175 [1,7]
Gazonnières	544 [2,7]	544 [2,7]	544 [2,7]	102 [2]	544 [2,7]	544 [2,7]	544 [2,7]	..	..	..
Pommes	420 [5]	..	..	..	140 [7]	140 [7]	..	140 [7]	..	..
Abricots	420 [5]	..	..	..	..	140 [7]	..	..	..	..
Bleuets	672 [5]	..	..	..	224 [7]	224 [7]	..	..	..	..
Cerises	420 [5]	..	140 [7]	..	..	..	..	..	..	..
Canneberges	.. [3]	..	..	..	.. [3]	.. [3]	.. [3]	.. [3]	.. [3]	..
Raisins	258 [5]	..	..	..	86 [9]	..	..	..	86 [9]	..
Poires	672 [5]	..	..	..	..	..	224 [7]	..	..	..
Pêches	420 [5]	..	..	51 [8]	..	140 [7]	..	140 [7]	..	..
Framboises	672 [5]	..	..	..	224 [7]	224 [7]	..	224 [7]	224 [7]	224 [7]
Saskatoons	672 [5]	224	224	51 [8]	..	224	..	..	..	..
Fraises	672 [5]	224 [7]	224 [7]	51 [8]	224 [7]	224 [7]	224 [7]	224 [7]	224 [7]	..
Autres fruits	672 [5]	224	..	..	224	..	..	..	..	..

Tableau A.1
Coefficients de besoin d'irrigation des cultures (suite)

Cultures	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qc	N.-B.	N.-É.	Î.-P.-É.	T.-N.-L.
	mm d'eau par ha									
Asperges	90 [5, 7]	..	..	..	90 [7]	90 [7]	..	..	..	..
Haricots, verts ou jaunes	150 [5, 7]	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Betteraves	150 [5, 7]	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Brocoli	210 [5, 7]	..	..	..	..	..	210 [7]	..	..	..
Choux de Bruxelles	210 [5, 7]	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Choux	210 [5, 7]	..	..	..	210 [7]	210 [7]	210 [7]	..	..	..
Carottes	150 [5, 7]	..	..	..	150 [7]	150 [7]	..	150 [7]	..	..
Choux-fleurs	210 [5, 7]	..	..	79 [13]	..	210 [7]	..	210 [7]	..	..
Céleri	210 [5, 7]	..	..	79 [13]	210 [7]	210 [7]	..	..	..	..
Choux Chinois	210 [5, 7]	210 [7]	..	..	210 [7]	210 [7]	..	..	..	..
Concombres	150 [5, 7]	..	..	..	..	150 [7]	..	..	..	..
Pois verts	150 [5, 7]	..	150 [7]	79 [13]	..	..	..	..	..	..
Laitue	210 [5, 7]	..	..	..	..	210 [7]	..	210 [7]	210 [7]	..
Ognons	210 [5, 7]	..	..	..	210 [7]	210 [7]	..	..	..	..
Poivrons	150 [5, 7]	150 [7]	..	..	..	150 [7]	..	..	..	..
Radis	210 [5, 7]	..	..	..	..	..	210 [7]	..	..	..
Rhubarbe	150 [5, 7]	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Rutabagas	150 [5, 7]	150 [7]	..	..	..	..	..	..	..	..
Échalotes	210 [5, 7]	..	..	79 [13]	..	..	..	..	..	..
Épinards	210 [5, 7]	..	..	..	..	..	..	..	210 [7]	..
Citrouilles, courges et zucchinis	150 [5, 7]	..	150 [7]	..	150 [7]	150 [7]	..	150 [7]	..	..
Maïs sucré	90 [5, 7]	90 [7]	..	..	..	..	..	90 [7]	..	..
Tomates	90 [5, 7]	..	..	79 [13]	90 [7]	..	..	..	..	..
Autres légumes	150 [5, 7]	150 [7]	150 [7]	79 [13]	150 [7]	150 [7]	150 [7]	150 [7]	150 [7]	..

Notes :

Besoin d'irrigation = besoin en eau des cultures - (précipitations moyennes durant la saison de croissance et humidité du sol disponible).

1. Fondé sur l'hypothèse que 25 % seulement de la superficie représentant de nouveaux stocks et plantes en contenants sont irrigués.
2. Fondé sur l'hypothèse que 37 % de la superficie ensemencée est récoltée en une année; la superficie récoltée a reçu 50 mm supplémentaires par hectare.
3. L'eau d'inondation utilisée au moment de la récolte est incluse dans « autres utilisations de l'eau » pour les cultures.
4. De meilleurs coefficients locaux permettront vraisemblablement d'obtenir des résultats plus précis. Même en utilisant des coefficients plus simples, les estimations pour la Saskatchewan et l'Alberta pourraient être excessives.
5. De meilleurs coefficients locaux permettront vraisemblablement d'obtenir des résultats plus précis. L'hypothèse est que les besoins en eau des fruits sont trois fois plus importants que les coefficients calculés pour l'Ontario à cause des conditions de sécheresse.

Sources :

6. Gallichand, 1993.
7. Ivey, 1998.
8. Kulshreshtha, S., D. Sobool and C. Grant, 2004.
9. Stantec, 2005.
10. Alberta Irrigation Projects Association, 2002.
11. Prairie Farm Rehabilitation Administration, 2003.
12. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, 1997.
13. Saskatchewan Agriculture, Food and Rural Revitalization, 2003.

Annexe B

Tableau B.1
Rapports des cotes exprimant la probabilité relative d'irrigation, Canada et provinces, 2001

Cultures	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qc	N.-B.	N.-É.	Î.-P.-É.	T.-N.-L.
Luzerne	2.2	2.1	2.8	..	..	..	..	..	..	..
Orge	..	1.7	..	..	..	..	..	..	..	..
Pois chiches	..	2.1	1.8	..	..	..	..	..	..	..
Maïs	2.3	9.5	4.4	1.9	..	..	..	..	..	..
Pois secs de grandes cultures	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Haricots blancs secs	..	9.3	7.5	..	..	..	..	..	..	..
Seigle d'automne	..	..	1.6	4.3	4.7	10.2	..	..	..	..
Lin	..	2.3	..	..	..	..	..	..	..	..
Graines fourragères	..	2.0	..	..	..	..	..	..	107.5	..
Ginseng	9.5	..	..	..	4.0	..	..	..	..	..
Lentilles	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Céréales mélangées	..	..	1.5	..	..	..	..	..	..	..
Avoine	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Autres haricots secs	..	18.8	16.8	..	..	..	..	..	..	..
Autre foin cultivé	..	..	1.8	..	..	..	..	..	..	..
Patates	2.0	5.8	30.5	168.1	2.0	4.4	1.9	2.3	5.1	..
Seigle de printemps	..	..	..	..	4.5	..	7.8	10.9	..	..
Betteraves à sucre	..	59.8	..	..	..	..	..	..	..	..
Tabac	..	..	..	..	15.5	193.7	*	..	..	..
Blé d'hiver	..	2.2	..	..	..	2.9	..	5.3	..	..
Blé dur	..	4.2	1.7	..	..	..	..	..	..	..
Blé de printemps	..	..	..	..	..	1.5	..	..	..	..
Pépinières	3.6	6.4	47.4	32.1	6.2	10.5	1.9	11.9	108.6	4.6
Gazonnières	3.5	31.9	626.6	34.1	5.4	7.4	9.5	..	..	..
Pommes	7.1	..	..	..	1.6	3.6	..	2.3	..	..
Abricots	2.0	..	..	..	..	*	..	..	..	..
Bleuets	1.3	..	..	..	6.6	4.9	..	..	..	..
Cerises	3.0	..	4.0	..	..	..	..	..	..	..
Canneberges	10.3	..	..	..	6.8	189.1	549.4	135.2	666.8	..
Raisins	7.0	..	..	..	1.5	..	..	..	168.4	..
Poires	..	..	..	..	..	..	10.8	..	..	..
Pêches	3.1	..	..	192.5	..	*	..	5.7	..	..
Framboises	2.9	..	..	..	2.0	1.9	..	3.7	24.4	6.7
Saskatoons	..	5.0	18.2	25.7	..	10.7	..	..	..	..
Fraises	..	4.6	10.4	122.2	6.0	15.4	23.0	15.5	11.6	..
Autres fruits	..	2.9	..	..	2.1	..	..	..	..	..
Asperges	2.0	..	..	..	1.6	4.0	..	..	..	..
Brocoli	..	..	..	..	..	..	6.9	..	..	..
Choux de Bruxelles	2.0	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Choux	..	..	..	..	1.4	2.7	15.4	..	..	..
Carottes	..	..	..	..	2.1	2.2	..	2.3	..	..
Choux-fleurs	..	..	..	32.9	..	3.3	..	23.5	..	..
Céleri	..	..	..	>999.9	5.4	3.7	..	..	..	..
Choux Chinois	..	6.4	..	..	8.4	2.5	..	..	..	..
Concombres	..	..	..	..	..	3.0	..	..	..	..
Pois verts	..	..	8.3	6.1	..	..	..	..	..	..
Laitue	..	..	..	..	..	3.9	..	3.2	354.6	..
Ognons	1.6	..	..	..	1.4	2.0	..	..	..	..
Poivrons	2.5	4.4	..	..	..	2.3	..	..	..	..
Radis	..	..	..	..	..	..	12.1	..	..	..
Rutabagas	..	2.9	..	..	..	..	..	..	..	..
Échalotes	2.1	..	..	9.6	..	..	..	..	..	..
Épinards	..	..	..	..	..	..	..	..	493.8	..
Citrouilles, courges et zucchinis	..	..	8.1	..	1.6	1.5	..	2.9	..	..
Maïs sucré	1.8	3.5	..	..	..	..	..	2.4	..	..
Tomates	..	..	..	4.2	1.8	..	..	..	..	..
Autres légumes	2.1	1.8	2.7	13.4	2.2	3.9	3.9	2.8	293.3	..

Annexe C

Tableau C.1
Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de certaines cultures

	Pulvérisation des cultures	Nettoyage de l'équipement	Traitement à la ferme	Autres
	l/ha	pourcentage de l'eau pulvérisée	l/ha	pourcentage de l'eau pulvérisée
Luzerne	29	0.1	.	0.5
Orge	149	0.1	.	0.5
Pois chiches	450	0.1	.	0.5
Canola	225	0.1	.	0.5
Maïs	338	0.1	.	0.5
Pois secs de grandes cultures	225	0.1	.	0.5
Haricots blancs secs	450	0.1	.	0.5
Seigle d'automne	23	0.1	.	0.5
Lin	225	0.1	.	0.5
Graines fourragères	225	0.1	.	0.5
Ginseng	8,550	0.3	.	.
Lentilles	169	0.1	.	0.1
Mélange de céréales	149	0.1	.	0.1
Avoine	149	0.1	.	0.1
Autres haricots secs	450	0.1	.	0.1
Autre foin cultivé	16	0.1	.	0.1
Autres grandes cultures	169	0.1	.	0.1
Patates	3,188	2,300 [2]	.	0.1
Seigle de printemps	23	0.1	.	0.1
Soya	338	0.1	.	0.1
Betteraves à sucre	680	1,820 [2]	.	0.1
Tabac	940	0.1	.	3,000,545 [1]
Blé d'hiver	113	0.1	.	0.1
Blé dur	169	0.1	.	0.1
Blé de printemps	149	0.1	.	0.1

Tableau C.1
Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de certaines cultures (suite)

	Pulvérisation des cultures	Nettoyage de l'équipement	Traitement à la ferme	Autres
	l/ha	pourcentage de l'eau pulvérisée	l/ha	pourcentage de l'eau pulvérisée
Asperges	1,020	1,820 [2]	.	135 [3]
Betteraves	680	1,820 [2]	.	.
Brocoli	2,250	1,820 [2]	2,400	.
Choux de Bruxelles	2,250	1,820 [2]	.	.
Choux	2,250	1,820 [2]	.	110 [3]
Carottes	4,760	1,820 [2]	.	3,300 [3]
Choux-fleurs	3,600	1,820 [2]	.	.
Céleri	2,250	1,820 [2]	475	75 [3]
Choux Chinois	2,700	1,820 [2]	.	75 [3]
Concombres	1,350	1,820 [2]	.	450 [3]
Pois verts	450	0.2	.	20 [3]
Haricots verts ou jaunes	1,020	0.2	.	120 [3]
Laitue	2,040	1,820 [2]	.	75 [3]
Ognons	3,920	1,820 [2]	.	.
Poivrons	2,700	1,820 [2]	.	570 [3]
Radis	560	1,820 [2]	240	520 [3]
Rutabagas	1,350	1,820 [2]	.	2,330 [3]
Rhubarbe	450	1,820 [2]	.	320 [3]
Échalotes	2,240	1,820 [2]	.	.
Épinards	680	1,820 [2]	.	75 [3]
Citrouilles, courges et zucchinis	900	0.2	.	.
Maïs sucré	675	0.1	.	.
Tomates	2,250	0.2	.	.
Autres légumes	1,350	1,820 [2]	.	.

Notes :
1. Litres par ferme.
2. Litres par jour au moment de la récolte.
3. Litres par hectare.

Source :
Ivey, 1998.

Tableau C.2
Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de cultures de fruits

		Herbicides	Fongicides et insecticides [3]	Protection contre le gel	Récolte et transport	Traitement à la ferme	Autres
		l/ha	l/ha		l/ha	l/ha	pourcentage de l'eau pulvérisée
Pommes	avec couvre-feu	125 [2]	12,000 [4]	.	693	11,252	5,594 [1]
	sans couvre-sol	1,000 [2]	12,000 [4]	.	693	11,252	5,594 [1]
Abricots	avec couvre-sol	188 [2]	8,000 [4]	.	.	.	0.5
	sans couvre-sol	1,500 [2]	8,000 [4]	.	.	.	.
Bleuets	sans couvre-sol	600	2,225	.	.	.	0.5
Cerises	avec couvre-sol	125 [2]	9,000 [4]	.	5,390		0.5
	sans couvre-sol	1,000 [2]	9,000 [4]	.	.	.	.
Canneberges		300	1,335	.	10,000,000		0.5
Raisins	sans couvre-sol	600	1,780	.	.	.	0.5
Prunes	avec couvre-sol	125 [2]	5,000 [4]	.	.	.	0.5
	sans couvre-sol	1,000 [2]	5,000 [4]	.	.	.	.
Poires	avec couvre-sol	125 [2]	5,000 [4]	.	.	.	0.5
	sans couvre-sol	1,000 [2]	5,000 [4]	.	.	.	.
Pêches	avec couvre-sol	188 [2]	8,000 [4]	.	342		0.5
	sans couvre-sol	1,500 [2]	8,000 [4]	.	.	.	.
Framboises	sans couvre-sol	900	2,800 [4]	.	.	.	0.5
Saskatoons	sans couvre-sol	600	2,800 [4]	.	.	.	0.5
Fraises	sans couvre-sol	900	2,670 [4]	60 [5]	.	.	0.5
Autres fruits	sans couvre-sol	600	2,800 [4]	.	.	.	0.5

Notes :

1. Litres par hectare.
2. Hypothèse que 85 % du verger avait des couvre-sols.
3. Hypothèse que les insecticides sont appliqués avec les fongicides qu'ils sont compatibles.
4. Sur les cultures en production.
5. mm/ha.

Source :

Ivey, 1998.

Tableau C.3
Coefficients d'utilisation de l'eau pour la pulvérisation et pour la production de cultures dans les serres et pépinières

	Irrigation	Pesticides	Nettoyage de l'équipement
	m/m^2	l/m^2	pourcentage de l'eau pulvérisée
Serres			
Légumes	1.375	1.25	0.3
50 % fleurs (pots)	4.5	9.00	0.3
50% fleurs	1.18	9.40	0.3
Autres produits	0.80	0.75	0.3
Pépinières	.	27.000	0.3
Gazonnières	.	.	0.4
Gazonnières avant la récolte	.	600 [1]	.

Note :
1. Hypothèse que 37 % de la superficie en gazon est récoltée dans une année.
Source :
Ivey, 1998.

Annexe D

Tableau D.1
Coefficients d'utilisation de l'eau pour l'élevage

Coefficients d'eau destinée au bétail	l/animal/jour
Vaches laitières	90.0
Vaches d'élevage	45.0
Génisses et taures	25.0
Bouvillons	30.0
Veaux	15.0
Taureaux	36.0
Verrats	12.5
Porcs d'engraissement	9.0
Autres porcs (moins de 20 kg)	1.0
Autres porcs (de 20 à 60 kg)	4.5
Truies	20.5
Béliers non castrés	7.4
Brebis	7.4
Agneaux	4.0
Poules pondeuses de 19 semaines et plus	0.3
Poulettes de moins de 19 semaines, destinées à la ponte	0.2
Dindons et dindes	0.5
Poulets à griller, poulets à rôtir et Cornouailles	0.5
Autres volailles	0.5
Chèvres	4.0
Chevaux et poneys	42.0
Lapins	0.2
Visons	0.2
Renards	0.2
Bisons	10.0
Chevreuils	10.0
Lamas et alpagas	10.0
Sangliers	4.5
Élans	10.0
Autres utilisations d'eau destinée au bétail	**l/animal/jour**
Truies (nettoyage)[1]	1,100
Porcs (moins de 20 kg) (déversement)	0.2
Tous les autres porcs (déversement)	3.5
Poulets (nettoyage)[1]	1.7
Vaches laitières[2]	18.0

Notes :

1. l/animal/année.

2. Comprend le nettoyage et la désinfection de l'équipement, la pulvérisation des planchers et le rinçage des pis.

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural

(* La *Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural* est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada (www.statcan.ca). À la page d'*accueil* de Statistique Canada, sélectionnez *Publications* et sous *Publications Internet gratuites*.

N° 1	(21-601-MPF1980001)	**Description de la méthode Theil de prévision de l'erreur quadratique moyenne pour la statistique agricole (1980)**, Stuart Pursey
N° 3	(21-601-MPF1981003)	**Examen du Projet de l'estimation du bétail et recommandations de mesures à prendre (1981)**, Bernard Rosien et Elizabeth Leckie
N° 4	(21-601-MPF1984004)	**Le secteur canadien des oléagineux : vue d'ensemble (1984)**, Glenn Lennox
N° 5	(21-601-MPF1984005)	**Analyse préliminaire de la contribution des paiements directs du gouvernement dans le revenu agricole net réalisé (1984)**, Lambert Gauthier
N° 6	(21-601-MPF1984006)	**Les caractéristiques des exploitants entrant en agriculture et leurs entreprises au sud de l'Ontario pour la période 1966 à 1976 (1984)**, Jean B. Down
N° 7	(21-601-MPF1984007)	**Sommaire des programmes d'aide à la production agricole aux États-Unis (1984)**, Allister Hickson
N° 8	(21-601-MPF1984008)	**Intensité de la pratique de la jachère dans les Prairies : Une analyse des données du recensement de 1981 (1984)**, Les Macartney
N° 9	(21-601-MPF1985009)	**Évolution de la structure du secteur porcin au Canada (1985)**, Mike Shumsky
N° 10	(21-601-MPF1986010)	**Révisions au traitement des loyers de maisons imputés dans les comptes de fermes canadiennes, 1926-1979 (1986)**, Mike Trant
N° 11	(21-601-MPF1992011)	**L'estimateur par le quotient : explication intuitive et utilisation pour estimer les variables agricoles (1992)**, François maranda et Stuart Pursey
N° 12	(21-601-MPF1991012)	**L'effet de la distortion géographique causée par la règle de l'emplacement (1991)**, Rick Burroughs
N° 13	(21-601-MPF1991013)	**La qualité des données agricoles : forces et faiblesses (1991)**, Stuart Pursey
N° 14	(21-601-MPF1992014)	**Autres cadres d'examen des données rurales (1992)**, A.M. Fuller, Derek Cook et Dr. John Fitzsimons
N° 15	(21-601-MPF1993015)	**Tendances et caractéristiques relatives aux régions rurales et aux petites villes du Canada (1993)**, Brian Bigs, Ray Bollman et Michael McNames
N° 16	(21-601-MPF1992016)	**La microdynamique et l'organisation économique de la famille agricole dans le changement structurel en agriculture (1992)**, Phil Ehrensaft et Ray Bollman
N° 17	(21-601-MPF1993017)	**Consommation de céréales et de graines oléagineuses par le bétail et la volaille, Canada et provinces, 1992**, Section du bétail et des produits d'origine animale
N° 18	(21-601-MPF1994018)	**Changements structurels dans le domaine agricole - Étude comparative des tendances et des modèles observés au Canada et aux États-Unis**, Ray Bollman, Leslie A. Whitener et Fu Lai Tung
N° 19	(21-601-MPF1994019)	**Revenu total de la famille agricole selon le type d'exploitation et la taille de celle-ci, et selon la région, en 1990 (1994)**, Saiyed Rizvi, David Culver, Lina Di Piétro et Kim O'Connor
N° 20	(21-601-MPF1991020)	**L'adaptation dans le secteur agricole au Canada (1994)**, George McLaughlin
N° 21	(21-601-MPF1993021)	**Microdynamique de la croissance et de la décroissance des exploitations agricoles : une comparaison Canada - États-Unis**, Fred Gale et Stuart Pursey
N° 22	(21-601-MPF1992022)	**Les structures des gains des ménages agricoles en Amérique du Nord - Positionnement pour la libéralisation des échanges**, Leonard Apedaile, Charles Barnard, Ray Bollman et Blaine Calkins
N° 23	(21-601-MPF1992023)	**Secteur de la pomme de terre : comparaison entre le Canada et les États-Unis**, Glenn Zepp, Charles Plummer et Barbara McLaughlin
N° 24	(21-601-MPF1994024)	**Étude comparative des données américaines et canadiennes sur la structure des fermes**, Victor J. Oliveira, Leslie A. Whitener et Ray Bollman
N° 25	(21-601-MPF1994025)	**Méthodes statistiques de la Sous-section de la commercialisation des grains, document de travail, version 2**, Karen Gray
N° 26	(21-601-MPF1994026)	**Rendement des exploitations agricoles : Estimations établies à partir de la base de données complètes sur les exploitations agricoles**, W. Steven Danford
N° 27	(21-601-MPF1994027)	**La mesure de l'emploi touristique dans les régions rurales**, Brian Biggs

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural (suite)

(* La *Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural* est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada (www.statcan.ca). À la page d'*accueil* de Statistique Canada, sélectionnez *Publications* et sous *Publications Internet gratuites*.

N° 28*	(21-601-MIF1995028)	**Délimitation de l'écoumène agricole canadien de 1991**, Timothy J. Werschler
N° 29	(21-601-MPF1995029)	**Étude cartographique de la diversité des économies rurales : une typologie préliminaire du Canada rural**, Liz Hawkins
N° 30*	(21-601-MIF1996030)	**Structure et tendances de l'emploi rural au Canada et dans les pays de l'OCDE**, Ron Cunningham et Ray D. Bollman
N° 31*	(21-601-MIF1996031)	**Une nouvelle approche pour les régions autres que les RMR/AR**, Linda Howatson-Leo et Louise Earl
N° 32	(21-601-MPF1996032)	**L'emploi dans l'agriculture et ses industries connexes en région rurale : structure et changement 1981-1991**, Sylvain Cloutier
N° 33*	(21-601-MIF1998033)	**Exploiter une ferme d'agrément - pour le plaisir ou le profit?**, Stephen Boyd
N° 34*	(21-601-MIF1998034)	**Utilisation de la technologie d'imagerie documentaire dans le recensement canadien de l'agriculture de 1996**, Mel Jones et Ivan Green
N° 35*	(21-601-MIF1998035)	**Tendances de l'emploi au sein de la population active non métropolitaine**, Robert Mendelson
N° 36*	(21-601-MIF1998036)	**La population des milieux ruraux et des petites villes s'accroît pendant les années 90**, Robert Mendelson et Ray D. Bollman
N° 37*	(21-601-MIF1998037)	**La composition des établissements commerciaux dans les petites et les grandes collectivités du Canada**, Robert Mendelson
N° 38*	(21-601-MIF1998038)	**Le travail hors ferme des exploitants de fermes de recensement : Aperçu de la structure et profils de mobilité**, Michael Swidinsky, Wayne Howard et Alfons Weersink
N° 39*	(21-601-MIF1999039)	**Le capital humain et le développement rural : quels sont les liens?**, Ray D. Bollman
N° 40*	(21-601-MIF1999040)	**Utilisation de l'ordinateur et d'Internet par les membres des ménages ruraux**, Margaret Thompson-James
N° 41*	(21-601-MIF1999041)	**Les cotisations aux REER des producteurs agricoles canadiens en 1994**, Marco Morin
N° 42*	(21-601-MIF1999042)	**Intégration des données administratives et des données d'enquête de recensement**, Michael Trant et Patricia Whitridge
N° 43*	(21-601-MIF2001043)	**La dynamique du revenu et de l'emploi dans le Canada rural : le risque de la pauvreté et de l'exclusion**, Esperanza Vera-Toscano, Euan Phimister et Alfons Weersink
N° 44*	(21-601-MIF2001044)	**Migration des jeunes ruraux entre 1971 et 1996**, Juno Tremblay
N° 45*	(21-601-MIF2001045)	**Évaluation du bien-être économique des Canadiens ruraux au moyen d'indicateurs de revenu**, Carlo Rupnik, Margaret Thompson-James et Ray D. Bollman
N° 46*	(21-601-MIF2001046)	**Tendances géographiques du bien-être socioéconomique des collectivitées des Premières nations**, Robin P. Armstrong
N° 47*	(21-601-MIF2001047)	**Répartition et concentration des animaux de ferme au Canada**, Martin S. Beaulieu
N° 48*	(21-601-MIF2001048)	**Élevage intensif des animaux de ferme : la taille de l'exploitation a-t-elle son importance?**, Martin S. Beaulieu
N°49*	(21-601-MIF2001049)	**La statistique agricole au service du développement rural**, Ray D. Bolllman
N°50*	(21-601-MIF2001050)	**Situation relative à l'emploi dans les régions rurales et les petites villes : Structure par industrie**, Roland Beshiri et Ray D. Bolllman
N°51*	(21-601-MIF2001051)	**Le temps passé au travail : Comment les agriculteurs jonglent avec leur temps et incidences sur le revenu familial total**, Sylvain Cloutier
N°52*	(21-601-MIF2001052)	**Le profil des producteurs de maïs-grain et de soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario**, Bernard Hategekimana
N°53*	(21-601-MIF2002053)	**Intégration des marchés des bovins du Canada et des États-Unis**, Rita Athwal
N°54*	(21-601-MIF2002054)	**Maïs-grain et soya génétiquement modifiés au Québec et en Ontario en 2000 et 2001**, Bernard Hategekimana

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural (suite)

(* La *Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural* est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada (www.statcan.ca). À la page d'*accueil* de Statistique Canada, sélectionnez *Publications* et sous *Publications Internet gratuites*.

N°55*	(21-601-MIF2002055)	**Tendances migratoires récentes dans les régions rurales et petites villes du Canada**, Neil Rothwell et autres
N°56*	(21-601-MIF2002056)	**Rendement du secteur du commerce de détail des aliments dans la chaîne agroalimentaire**, David Smith et Michael Trant
N°57*	(21-601-MIF2002057)	**Caractéristiques financières des entreprises acquises dans l'industrie alimentaire canadienne**, Martin S. Beaulieu
N°58*	(21-601-MIF2002058)	**Structure des échanges provinciaux**, Marjorie Page
N°59*	(21-601-MIF2002059)	**Analyse de la rentabilité dans le secteur de la transformation des aliments au Canada**, Rick Burroughs et Deborah Harper
N°60*	(21-601-MIF2002060)	**La diversification du monde rural**, Marjorie L. Page
N°61*	(21-601-MIF2002061)	**Définitions de « rural »**, Valerie du Plessis et autres
N°62*	(21-601-MIF2003062)	**Profil géographique des animaux de ferme au Canada, 1991-2001**, Martin S. Beaulieu et Frédéric Bédard
N°63*	(21-601-MIF2003063)	**Disparité infraprovinciale des revenus au Canada : Données de 1992 à 1999**, Alessandro Alasia
N°64*	(21-601-MIF2003064)	**Les économies et le commerce agricoles Canada-Mexique : des relations nord-américaines plus étroites**, Verna Mitura et autres
N°65*	(21-601-MIF2003065)	**Adoption de technologies informatiques par les entreprises agricoles canadiennes : analyse fondée sur le Recensement de l'agriculture de 2001**, Jean Bosco Sabuhoro et Patti Wunsch
N°66*	(21-601-MIF2004066)	**Facteurs d'utilisation d'Internet à la maison au Canada, 1998 à 2000**, Vik Singh
N°67*	(21-601-MIF2004067)	**Cartographie de la diversité socioéconomique du Canada rural : Une analyse multidimensionnelle**, Alessandro Alasia
N°68*	(21-601-MIF2004068)	**Incidence de l'investissement direct étranger sur le secteur agroalimentaire : analyse empirique**, W.H. Furtan et J.J. Holzman
N°69*	(21-601-MIF2004069)	**Le secteur canadien des bovins de boucherie et les répercussions de l'ESB sur le revenu des familles agricoles**, Verna Mitura et Lina Di Piétro
N°70*	(21-601-MIF2004070)	**Mesure de la concentration dans les industries de transformation des aliments**, Darryl Harrison et James Rude
N°71*	(21-601-MIF2004071)	**Tendances de l'activité liée au travail autonome non agricole chez les femmes des régions rurales**, Valerie du Plessis
N°72*	(21-601-MIF2004072)	**Remaniement de l'Indice des prix des produits agricoles au Canada**, Andy Baldwin
N°73*	(21-601-MIF2005073)	**L'incidence de l'urbanisation sur l'adoption des systèmes de gestion de l'environnement dans l'agriculture canadienne**, Udith Jayasinghe-Mudalige, Alfons Weersink, Brady Deaton, Martin Beaulieu et Mike Trant
N°74*	(21-601-MIF2005074)	**Facteurs favorisant la mise en œuvre des meilleures pratiques de gestion du fumier dans les exploitations porcines**, Diep Le et Martin S. Beaulieu
N°75*	(21-601-MIF2005075)	**La compétitivité de l'industrie de la transformation de la volaille au Canada**, Hao et autres
N°76*	(21-601-MIF2005076)	**Compétences, innovation et croissance : Les questions clés du développement rural et territorial – Survol de la documentation**, Alessandro Alasia
N°77*	(21-601-MIF2006077)	**Profil géographique de la production de fumier au Canada, 2001**, Nancy Hofmann et Martin S. Beaulieu
N°78*	(21-601-MIF2006078)	**Facteurs influant sur l'innovation en biotechnologie au Canada : analyse des données de l'Enquête sur l'utilisation et le développement de la biotechnologie de 2001**, Daryl van Moorsel, J.A.L. Cranfield et David Sparling
N°79*	(21-601-MIF2006079)	**Analyse du financement de l'innovation et de la commercialisation des aliments fonctionnels et des nutraceutiques dans le secteur canadien**, John Cranfield, Deepananda Herath, Spencer Henson and Dave Sparling
N°80*	(21-601-MIF2006080)	**Impact des caractéristiques des exploitations porcines sur leur succès financier**, Véronique Maltais

Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural (fin)

(* La *Série de documents de travail sur l'agriculture et le milieu rural* est maintenant accessible dans le site Web de Statistique Canada (www.statcan.ca). À la page d'*accueil* de Statistique Canada, sélectionnez *Publications* et sous *Publications Internet gratuites*.

N°81*	(21-601-MIF2006081)	**Le chevauchement démographique de l'agriculture et du milieu rural**. Ray. D. Bollman
N°82*	(21-601-MIF2006082)	**Les collectivités du Nord de l'Ontario : diversification, spécialisation et croissance économiques**. Ray D. Bollman, Roland Beshiri et Verna Mitura.
N°83*	(21-601-MIF2007083)	**Les facteurs stimulant l'économie rurale canadienne**. Ray D. Bollman
N°84*	(21-601-MIF2007084)	**Facteurs de risque associés aux blessures à la ferme au Canada**. Véronique Maltais
N°85*	(21-601-MIF2007085)	**Décisions de travailler hors ferme des exploitants agricoles canadiens en 2001 : rôle des déterminants individuels, de la ferme, du milieu et de la région**. Alessandro Alasia, Ray D. Bollman, Alfons Weersink et John Cranfield